N° 21 15 NOVEMBRE 1936

Revue générale des Sciences pures et appliquées

FONDATEUR : **Louis OLIVIER** (1890-1910) — DIRECTEUR : **J.-P. LANGLOIS** (1910-1923)

DIRECTEUR : **Louis MANGIN**, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Muséum national d'Histoire naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. le Docteur Gaston DOIN, 8, place de l'Odéon, Paris.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Philosophie des sciences.

La symétrie dans la nature.

1. Nous voudrions faire quelques observations par rapport au récent article de M. A. Honnelaître paru dans cette Revue le 15 avril dernier et traitant de la symétrie dans les sciences physico-chimiques.

L'auteur reconnaît que la notion de symétrie est une « intuition fondamentale de la connaissance humaine » qui « devait occuper une place prépondérante dans l'élaboration de la conscience humaine » et qui trouve « son expression la plus générale dans les développements de la géométrie ».

C'est probablement exact. L'homme, ayant constaté dans son ambiance des formes naturelles avec une apparence de symétrie, a développé par voie imaginative la notion acquise et est parvenu à l'idéaliser, à construire des sciences spéculatives appelées exactes, mais dont les bases évidemment sont restées intuitives. Et le tout est présenté comme un ensemble de réalités.

Nous savons en outre — la psychologie expérimentale nous l'enseigne — que ce que l'homme se figure de matériel est rarement, sinon jamais, conforme aux faits, si ceux-ci existent réellement; et s'ils existent ils courent constamment la chance d'être dénaturés par ce que notre intelligence ajoute, retranche, déduit, transforme. On va même plus loin dans cette direction : une hypothèse surgit; on la trouve brillante; et pour la confirmer il arrive qu'on dénature les faits invoqués pour la démonstration, afin de les rendre conformes à l'hypothèse.

Bien entendu cela se passe inconsciemment, pour bien faire, et parce que, surtout, l'hypothèse jouit d'un succès général; et si l'expérience ne la confirme pas entièrement comme on l'aurait voulu, on trouve aisément de quoi expliquer la non-concordance pleine et entière.

2. Comme exemple nous prenons cette notion de la symétrie. Il est possible que, d'après notre auteur cité, c'est la cristallographie qui la première a introduit dans les sciences expérimentales le principe de la symétrie; que c'est Pasteur qui l'a mis en valeur dans les questions de structure moléculaire; que Pierre Curie l'a appliqué en Physique en attribuant au « milieu où se passe un phénomène » un « schème structural défini par ses éléments de symétrie », tout en affirmant comme conclusion la relation de cause à effet. En outre, on affirme couramment que la plupart des groupes de symétrie systématisés « peuvent être adoptés comme les images représentatives d'une molécule ou d'un groupe de molécules » quelle que soit d'ailleurs leur complexité.

L'originalité de ces théories éblouit les spéculateurs et les expérimentateurs et conduisent aux synthèses diverses de la question (S. Sellerio, J. P. Mathieu, P. M. Jaeger), confirmant d'une façon absolue les vues théoriques au début timidement émises. Et si une déduction quelconque de l'une d'elles trouve son affirmation dans une expérience rapidement connue par tous, on célèbre immédiatement la validité toute objective de la théorie, oubliant que la preuve expérimentale tombe sur la déduction, qui peut être exacte, elle, quand la théorie tout de même dans son essence est fausse.

Ne savons-nous pas qu'une conception (théorie)

exacte peut donner lieu à une déduction fausse, et qu'une conception erronée peut conduire à une déduction que l'expérience directe confirme?

Certainement la nature, comme les auteurs sérieux l'affirment, ignore le hasard, le chaos et l'indétermination. Mais que se passera-t-il avec les sciences si nous leur endossons, dans nos ardeurs imaginatives, des faits qui ne se présentent nulle part, telle la symétrie?

Expliquons-nous.

La symétrie est une notion géométrique qu'on rencontre aussi en mathématique (par exemple dans le chapitre des déterminants). Là elle est complète, stricte, purement spéculative, et par ce fait ne souffrant aucun à peu près, aucune exception. Elle est construite de toutes pièces par nous-mêmes, les hommes, qui n'avons aucun pouvoir sur la nature. Et voilà que nous voulons, nous laissant guider par nos forces déductives, que celle-ci, dans ses états structuraux comme dans son dynamisme, présente dans certains de ses domaines des phénomènes de symétrie pure. Examinons cet état d'esprit en le confrontant avec les faits, et commençons par le terrain botanique.

3. Nos recherches à ce sujet, qui datent déjà d'une dizaine d'années (Koninklyke Vlaamsche Akademie voor Taal en Letterkunde. Verslagen en Mededeelingen 1927), ont porté d'abord sur des mesures en plein champ et dans les serres, au hasard des promenades. Nous examinions, pour citer quelques noms : Asperula odorata dont les longueurs de feuilles opposées ne sont jamais identiques; Ampelopsis quinquefolia, longueur et largeur des feuilles (confrontation des deux moitiés); Tropeolum majus, longueur des nervures; Trifolium repens et pratense, longueur et largeur des feuilles; Dahlia cactus variabilis, Vitis vinifera, Urtica dioica, Winterana canella (après division des feuilles en quatre, mesure des deux côtés de la nervure médiane), Hydrangea opuloïdes, etc.; toutes plantes mesurées pour les feuilles dans le but de découvrir une symétrie totale. Le résultat était constamment nul. Nous commencions toujours les mesures au 1/2 mm. exact; des symétries à cette exactitude disparaissaient chaque fois en poussant au dixième ou au 100e de millimètre.

Pour les fleurs (Hydrangea opuloïdes, Phaseolus multiflora, Geranium, Fuchsia, etc.) même résultat, tout comme pour les fruits les mieux constitués. Et pour voir jusqu'à quel point il serait quand même possible de découvrir des cas de symétrie, nous avons choisi des centaines de feuilles d'Hedera helix de la meilleure apparence, et nous avons systématiquement comparé entre elles leurs moitiés respectives pour la longueur des nervures et leurs rapports, les angles, l'épaisseur des pointes de nervures gauche et droite. L'asymétrie a constamment été la règle.

Nous avions encore à notre disposition une belle collection de photographies de Diatomées (grossissement jusqu'à 4.400 diam.), que nous avons examinée avec soin. Nous pensions que peut-être le monde des microorganismes nous donnerait en mesures ce que les belles apparences de symétrie des figures nous donnaient à admirer. Mais ici encore il n'en était rien. Et nous devons conclure qu'en Botanique l'organisation au moins structurale des organismes est asymétrique (Pour la littérature nous renvoyons au travail cité plus haut).

4. Examinons ensuite les animaux. (Le travail original à ce sujet dans le même recueil 1928.)

Nous pouvons nous borner à citer les mensurations faites sur les squelettes d'Elephas indicus, Canis lupus, Canis familiaris, Felis catus, Lepus cuniculus; Fringila domestica, Gallus domesticus, Grus communis, Ciconia alba; Rana esculenta; Gadus morrhua, Gadus aeglefinus; plusieurs types de Lepidoptera, Diptera, Hymenoptera, Coleoptera, Ornithoptera; plusieurs Arachnoidea, Crustacea, Decapoda, Isopoda; une série de Lamellibranchiata, d'Uraster rubens; une étude étendue de Cardium edule. Chez tous ces êtres nous avons mesuré ce qui était mesurable au point de vue de la symétrie, sans jamais rencontrer la précision géométrique.

Chez l'homme et les enfants, qui ont été également l'objet de nos investigations étendues (voir par exemple, « L'Education de la Femme », G. Doin, Paris 1908, ainsi que nos Annuaires paidologiques 1900-1919), l'asymétrie des deux moitiés du corps est complète pour l'anatomie, le fonctionnement des organes des sens, la force musculaire, la plupart des phénomènes psychiques.

Donc dans le règne animal et chez l'homme pas de symétrie, dans aucun domaine de leur activité ou de leur structure. Et il est remarquable de constater que les symétristes en général n'ont jamais rien ou peu mesuré; du moins ils n'en parlent presque pas, ne donnent que peu de chiffres; et celui que nous avons rencontré, faisant exception à la règle, dans les comptes rendus de la Société des naturalistes et médecins allemands, 1912, 485, M. v. Arx, donne des considérations mathématiques extrêmement poussées basées en tout sur trois bassins. Mais cela n'a aucune importance vu que l'être vivant est un tout, et que la symétrie complète (sphérique, radiale, bilatérale) pour un organisme déterminé est simplement inexistante. On ne peut pas même se l'imaginer. Tout ce qu'on peut affirmer est que le jeune organisme est moins asymétrique que l'adulte.

5. Voyons maintenant la cristallographie, la forteresse des symétristes. Nous avons mesuré (avec tous les détails dans un mémoire non encore publié) un grand nombre de cristaux : des calcites de diverses origines, du sel marin, du saccharose, des aluns de dimension (jusqu'à 80 mm.); et puis des photogrammes de Laue. Tous ces exemplaires étaient soigneusement choisis pour leur beauté (symétrie) extérieure; car notre but constant était de découvrir des exemplaires de symétrie réelle.

Voici à titre d'exemple un magnifique type d'alun de chrome d'environ 75 mm. En numérotant les faces triangulaires succ. 1-5, 2-6, 3-7, 4-8; 1-2, 2-3, 3-4, 4-1;

8-7, 5-6, 7-6, 8-5; nous obtenions comme longueurs moyennes de trois déterminations pour chaque arête en mm./100 : 6531, 6407, 6489, 6418, 6551, 6440, 6383, 6509, 6396, 6477, 6440. Théoriquement ces longueurs devaient être égales, maximum avec des déviations moyennes de centièmes de mm. Il en résulte immédiatement que les angles du carré de base, qui chaque fois doivent mesurer 90°, doivent être très variables; et en effet ils variaient entre 89°10' et 90° 30'. De même les angles dièdres allaient de 69° 30' à 71° 00', alors que la théorie calcule pour les angles dièdres tous égaux 70° 31' 44". Les écarts que nous avons observés ne peuvent pas être dus aux imperfections de la mesure.

La mesure directe des axes, théoriquement égaux, n'était pas possible par les moyens ordinaires parce que les sommets (pointes) n'étaient pas impeccables. Par contre les distances entre les arêtes opposées donnèrent, toujours en mm./100 : 5578, 5598, 5543, 5607, 5550, 5600, 5540, 5610, variant donc de 5540 à 5610. De même les angles dits égaux, donc de 60°, allaient pour les huit triangles équilatéraux de 59° 20' 59" à 60° 35' 13". Il est remarquable de noter que la somme des trois angles pour chaque surface était constamment 180° avec des variations de 0 à 3", alors que l'écart moyen n'était que de 0,7 de seconde, résultat qui peut servir de contrôle à nos mesures d'angle.

Nous supposons que les cristaux naturels comme la Kalinite, la Mendosite, la Tschermigite ne donneraient pas des chiffres meilleurs, au contraire, car les échantillons de musée sous ce rapport se distinguent souvent par des asymétries visibles extraordinaires.

Une note, dont nous n'avons pas rencontré mention dans la littérature, mérite d'être relatée ici : les cristaux d'alun que nous avons eus sous main présentaient cette particularité visible souvent, que les deux pyramides, pour une section de base déterminée, pas une seule fois n'étaient symétriquement adaptées. Elles donnent l'impression d'être construites indépendamment l'une de l'autre, non dans le cadre de la structure générale de l'octaèdre. Et de là évidemment les asymétries diverses qu'on observe.

Pour les autres cristaux mesurés les résultats asymétriques sont analogues. Mais comme il est généralement admis que les rayons Rœntgen traversant un corps quelconque, cristallisé ou en poudre, projettent sur la plaque photographique par voie interférentielle l'image par points de la structure interne du composé examiné, il était tout indiqué d'examiner de près les photos de ces projections qu'on trouve assez abondamment répandues dans les Revues. Nous avons consulté surtout la « Zeitschr. fur Kristallographie ». Eh bien, ces photogrammes ne nous ont pas donné non plus la preuve de la symétrie. Et cela est très important, car l'argument éventuel que les cristaux peuvent ne pas paraître symétriques à l'extérieur à cause des multiples perturbations possibles qui peuvent se développer lors de leur formation, n'a aucune valeur pour la structure intérieure et l'examen rœntgénien et doit tomber nécessairement. Car le cristal idéal, mathématique, n'y paraît guère.

Nous avons consulté un livre réputé, celui de A. H. Tutton (Crystallography and practical crystal measurement, Mac Millan, Londres 1922). Nous y constatons que certains dessins paraissent rectifiés ou complétés à la main. Telle la figure 565, p. 689, qui représente pour un carborundum un hexagone corrigé dont les côtés de centre en centre des points noirs mesurent succ. 10.2, 10, 10, 10, 10, 10; alors que le non-corrigé qui se trouve à côté donne 8.6, 8.5, 9.2, 9.2, 8.7, 8.7. Et ainsi de suite. Aucune des figures que nous avons mesurées ne présente la parfaite symétrie qu'on proclame. La plupart d'ailleurs sont asymétriques à vue. Seuls les schémas qu'on fait en général sont d'une perfection géométrique idéale; ce qui semble dire qu'on se permet de rectifier les formes structurales que la nature nous présente. Les Bragg par exemple se sont fortement engagés dans cette direction (Rayons X et structure cristalline. Gauthier-Villars, Paris 1921).

Nous déplorons ces méthodes qui donnent à certains savants la fausse idée que l'homme domine la nature, alors qu'il a déjà grand mal à la suivre plus ou moins correctement[1].

Il existe encore une autre méthode, en dehors de celles couramment employées, pour « démontrer » la construction symétrique des cristaux. On produit sur deux faces parallèles, à l'aide d'un pinceau et un minimum d'eau, une corrosion qu'on observe au microscope. On trouve que les figures produites sont identiques, et on conclut que le cristal présente un centre symétrique. A voir, malgré Pierre Curie. Car un essai de contrôle est toujours nécessaire ici. Et si on trouve, ce qui est probable, que les dites faces parallèles mesurées directement ne sont pas symétriques, on devrait nécessairement déduire qu'un centre de symétrie a produit deux faces parallèles asymétriques. Et alors?

6. De tout ce qui précède les conclusions s'imposent d'elles-mêmes; la symétrie géométrique n'existe pas dans la nature et les sciences naturelles ont tort de vouloir la lui imposer. Cette tendance vaine établit chez les néophytes une notion fausse et une tournure d'esprit qui n'est pas recommandable, déjà du point de vue purement pédagogique.

Quand nous disions cela en milieu minéralogique — en 1928, à la suite de nos mesures dont nous venons d'esquisser les grands traits — nous fûmes reçu avec indignation et ironie. On venait pourtant d'entendre la voix sévère du nestor de la Chimie W. Armstrong (Nature, 120, 1927, 478), prenant à partie W. L. Bragg et se gaussant un peu durement de la réunion à Leeds de la British Association. Et ne tient-on pas compte non plus de ce que pensent déjà un grand nombre de savants, inquiets de la tournure un peu trop théorique que prennent surtout les sciences physiques?

Rappelons-en quelques-uns : Emile Borel (Les lois

1. Voir aussi J. Orcel, dans cette Revue, 1936, p. 68.

physiques ne sont pas des lois absolument rigoureuses, mais des lois statistiques, approximatives. *Rev. Scientif.*, 1927, 225); Dan Radulescu (L'impasse de l'atomistique moderne. *Scientia*, 12, 1928, 307); Rieme (Nos représentations de la matière ne sont que des images, pas des faits. *Die Umschau*, 32, 1928, 965); et Bode s'écrie : La Nature ne se laisse pas presser dans un schème (Umschau der Chemiker Ztg. 17, 1928, 65). Evidemment. D'ailleurs Planck lui-même dans Forschungen u. Forschritte 1929, 16 intitule son article « La Catastrophe de la Physique ». Et il y en a d'autres encore. Si on veut maintenir la notion théorique de la symétrie pour la structure des êtres animés et inanimés, notion qui peut rendre des services dans l'enseignement, nous voulons bien, qu'on le fasse sous une forme beaucoup plus souple, et qu'on abandonne la forme absolue de fait démontré. On évitera de faire fausse route et on ne plongera pas les élèves dans un monde de faits imaginaires dont ils ne sortiront plus.

La nature dans ses manifestations obéit-elle à des lois? Mais oui. Et sont-elles d'essence mathématique? Sans doute. Mais il paraît bien que ce ne sont pas toujours celles que nous croyons tenir.

M. C. Schuyten.

§ 2. — Géographie économique.

Les débuts de l'aménagement du Rhône.

Parmi les grands travaux publics en cours d'exécution, un des plus importants est certainement l'aménagement du Rhône, envisagé au triple point de vue de la force motrice, de la navigation et de l'irrigation. L'œuvre est conduite par la *Compagnie nationale du Rhône*, financée par l'Etat et les intéressés, née au lendemain de la guerre et reprise officiellement le 27 mai 1933 avec la fixation du capital à 240 millions et le versement du quart; ce capital, très insuffisant, sera complété au fur et à mesure des besoins par des émissions d'obligations garanties par l'Etat et pouvant représenter jusqu'à neuf fois le capital versé.

L'entreprise est particulièrement complexe par son triple but, par les besoins différents des riverains intéressés, par le choix du rang d'exécution des travaux, par la difficulté de certains d'entre eux; ce qui peut justifier les tâtonnements.

La Compagnie semble vouloir ménager le côté financier en recherchant d'abord les travaux rentables le plus rapidement possible, et elle croit les trouver dans les ouvrages hydroélectriques, malgré la crise de la houille blanche. C'est pourquoi elle va débuter par la construction du grand barrage de Génissiat, sur le Haut-Rhône, en aval de Bellegarde. On connaît les objections classiques à ce genre de travaux, comblement, question de solidité et sécurité surtout. Les géologues ont été rassurants et les travaux préparatoires d'aménagement du site sont commencés. Ils dureront environ sept ans; d'ici là, la crise aura peut-être disparu et le prix de revient pourra être intéressant avec le chiffre de la production de l'ordre de 1.000 à 1.500 millions de kilowatts-heure.

L'aménagement de la navigation, s'il ne pose plus la question embarrassante du choix du site, fait hésiter entre les deux grandes solutions d'un canal latéral ou de la régularisation du lit du fleuve. Le canal représente un gros travail, très coûteux par sa longueur et son gabarit, son creusement, les travaux d'art exigés à la rencontre des voies de communication; le chemin de fer en redoute la concurrence. Pour qu'il soit rentable, il faudrait qu'il bénéficie du trafic que fait espérer le raccourcissement des distances non seulement pour la France, mais aussi pour la Suisse, trafic qui apparaît rationnel en tenant compte de l'allongement qu'exige l'approvisionnement de ce pays pour les denrées qui doublent Gibraltar et arrivent par le Rhin. Mais le transport par mer est si bon marché et le Rhin est tellement supérieur au Rhône! C'est surtout cette infériorité du Rhône qui justifie le canal. Quoi qu'il en soit, la Compagnie nationale, se plaçant toujours au point de vue financier, écarte provisoirement la solution du canal pour se contenter, dans l'esprit de la loi de 1878, d'améliorer le fleuve lui-même en continuant l'aménagement du lit. Elle ajoute à ce programme le perfectionnement de l'outillage portuaire, resté rudimentaire, en commençant par la création d'un nouveau port, à Saint-Fons, dans la banlieue industrielle de Lyon.

Quant à l'irrigation, la Compagnie enquête auprès des riverains pour connaître les besoins auxquels on pourrait donner satisfaction dans ce domaine. C'est la partie la plus facile et la moins importante de sa tâche, bien qu'il puisse en résulter un sérieux avantage pour les régions du bassin inférieur, comme le montre l'exemple de la Crau.

P. C.

REVUE DE BIOLOGIE

L'ANALYSE DE LA FÉCONDATION

La fécondation représente sans nul doute l'acte le plus important de la vie de l'individu. C'est à cet instant que sa constitution héréditaire et son sexe sont définitivement fixés. C'est la fécondation qui fait sortir l'œuf de son inertie et qui marque (sauf dans les cas, en somme exceptionnels de Parthénogenèse) le début de tous les processus hiérarchisés et coordonés qui constituent l'ontogenèse.

Le mécanisme de la fécondation a été complètement élucidé, dans ses aspects morphologiques, au cours du dernier tiers du XIX[e] siècle, par les classiques recherches d'O. Hertwig, d'E. van Beneden, de Fol, de Strasburger, de Guignard, etc.

La connaissance des aspects normaux de la fécondation étant acquise, les biologistes se sont attaqués à l'analyse expérimentale de la fécondation, s'efforçant d'en dissocier les différents mécanismes. C'est cette analyse qui constitue l'objet de cet article. Nous ne nous arrêterons d'ailleurs que sur l'un des aspects du problème. Nous nous proposons de rechercher comment la fécondation fait sortir l'œuf de son état d'inertie et déclanche la première division de segmentation. L'expérimentation combinée à l'observation cytologique a jeté une vive lumière sur les mécanismes initiaux du développement.

L'analyse cytologique de la fécondation.

L'analyse cytologique de la fécondation ébauchée, dès le début du siècle, par T. H. Morgan et E. B. Wilson, en Amérique, a été reprise par Brachet, Herlant, Dalcq, Pasteels, en Belgique, les Hertwig, en Allemagne, Bataillon en France.

L'œuvre de Bataillon occupe une place très particulière et très originale dans la Biologie contemporaine. Elle est essentiellement une analyse des processus de la fécondation. Cette analyse poursuivie pendant 35 ans[1], principalement sur des œufs d'Amphibiens, mais aussi sur des œufs d'Echinodermes et de Bombyx, a été à l'origine d'ordre surtout physiologique; ce n'est que progressivement que cette analyse a été accompagnée d'un examen cytologique qui s'est montré de plus en plus fructueux et qui constitue la caractéristique de l'œuvre de Bataillon, en ces dernières années. Cette analyse ne s'est bornée à l'examen de la fécondation normale qui ne permet pas de pénétrer fort loin dans les mécanismes intimes du processus, mais elle en a dissocié les éléments en poursuivant une étude serrée de la polyspermie, des différents degrés de maturité de l'œuf, de la parthénogenèse expérimentale et de l'hybridation. L'un des résultats les plus remarquables de cette étude a été de montrer que les réactions de l'œuf aux diverses conditions expérimentales auxquelles il est soumis, sont très uniformes, et qu'elles se retrouvent, avec les mêmes caractères essentiels, dans les œufs d'organismes aussi différents que les Amphibiens et les Oursins.

L'un des résultats les plus importants des recherches de Bataillon est d'avoir correctement défini les deux phases essentielles (déjà distinguées par Loeb) de *l'activation* et de la *régulation*. Ces deux processus, confondus ou indistincts dans la fécondation normale, peuvent être aisément dissociés par une foule d'artifices expérimentaux. Leur distinction est particulièrement nette dans la Parthé-

1. L'œuvre de Bataillon offre un bel exemple de continuité dans la recherche et dans la pensée qui l'inspire. Les premières recherches de Bataillon sur la Parthénogenèse expérimentale datent de 1900. Ses premières expériences d'hybridation sont de 1906. C'est le croisement *Bufo calamita* ♀ × *Triton alpestris* ♂, où la pénétration du spermatozoïde dans la couche périphérique de l'œuf suffit à déclancher le développement, qui le conduit à l'idée de la Parthénogenèse traumatique dont la justesse fut établie par les célèbres expériences de 1910. L'année suivante (1911), le rôle de l'inoculation d'éléments étrangers et la régulation sont mis en évidence. A partir de 1926, Bataillon s'étant acquis la collaboration de Tchou-Su, reprend en détail l'étude cytologique ébauchée dans ses précédents travaux et publie, sur ce sujet, une série de remarquables mémoires. Ce sont les mémoires des dix dernières années que nous analyserons dans cette Revue, travaux qui, malgré leur importance, restent ignorés de trop de biologistes.

nogenèse expérimentale, même lorsque le traitement employé est en apparence simple, comme dans le procédé de Just (Bataillon, 1929 a, p. 708).

L'état d'Immaturité de l'œuf.

Quand on cherche à caractériser l'état de maturité de l'œuf on est tout naturellement conduit à le caractériser par comparaison avec l'état immédiatement antérieur, c'est-à-dire le stade d'immaturité sur lequel Delage avait attiré, dès 1901, l'attention des biologistes.

Le stade d'immaturité est caractérisé physiologiquement par une imperméabilisation de la couche corticale entraînant un état d'hypertension et de turgescence de l'œuf lié à la rétention des fluides renfermés à son intérieur. En même temps, l'œuf est intoxiqué par les déchets, et en particulier le gaz carbonique, accumulés pendant la phase de croissance [2].

Au point de vue de la fécondation, l'état d'immaturité est caractérisé par la perméabilité très grande de l'œuf aux spermatozoïdes, perméabilité conduisant à une *polyspermie intense* qui se manifeste même chez les œufs normalement monospermiques, comme ceux des Anoures [3].

Au point de vue cytologique, le noyau de l'œuf immature est généralement bloqué en métaphase de la première division de maturation, cette cinèse appartenant habituellement à un type spécial caractérisé par l'absence de centres (mitose anastrale).

L'Activation.

L'activation consiste essentiellement à faire sortir l'œuf de son état d'inertie.

L'activation est déterminée par des facteurs très divers [4] : pénétration du spermatozoïde qui peut se réduire à une simple action de contact; piqûre de l'aiguille dans la Parthénogenèse traumatique; traitement par l'acide gras dans la méthode de Loeb, etc.

Physiologiquement, l'activation se traduit par une augmentation de la perméabilisation du cortex de l'œuf, une chute de la tension superficielle, une augmentation des oxydations, un rejet des déchets, en particulier du gaz carbonique [5].

L'œuf activé est caractérisé au point de vue de la fécondation en ce qu'il est devenu imperméable aux spermatozoïdes.

Morphologiquement, l'activation se traduit à l'ordinaire par le soulèvement de la membrane, dû au rejet hors de l'œuf, de substances albumineuses. C'est *l'activation membranogène.*

Enfin, l'activation entraîne l'achèvement des cinèses de maturation et le rejet des globules polaires [6].

Mais, l'activation simple est incapable de déclancher le développement de l'œuf. L'œuf activé entre en division, mais — et, c'est là l'un des caractères essentiels de l'activation simple — cette division est une *division monocentrique* réglée par un *monaster*. Les chromosomes se clivent, mais leurs moitiés ne s'éloignent pas les unes des autres et sont incluses dans un noyau unique qui présente un nombre de chromosomes double de celui du noyau primitif. Le cycle monastérien peut se répéter plusieurs fois, mais c'est un cycle sans issue, et l'œuf qui en est le siège ne tarde pas à entrer en cytolyse.

Le monaster tout d'abord décrit par Boveri a été retrouvé dans de très nombreux cas d'activation. En voici quelques exemples qui suffiront à faire sentir la généralité de cette réaction ovulaire.

Œufs d'Oursins activés par des procédés divers (R. Hertwig, 1896; Ziegler, 1898; Morgan, 1900; Wilson, 1901; Boveri, 1903; Herbst, 1909; Hindle, 1910; Hinderer, 1914; Painter, 1916, 1918; Herlant, 1917, 1919; Chambers, 1921; Fry, 1925; etc.).

Activation des œufs d'Astéries (Dalcq, 1924).

Activation des œufs d'Urechis (Tyler, 1932).

Activation des œufs de Pholade (Pasteels, 1930).

Activation des œufs de Bombyx (Bataillon et Tchou-Su, 1931, 1933).

Parthénogenèse traumatique des Batraciens (Bataillon, 1912, 1929 *a*).

Hybridations entre animaux appartenant à des embranchements différents :

Sphaerechinus ♀ × *Chaetopterus* ♂ } *Godlewski*, 1911.
Paracentrotus ♀ × *Dentalium* ♂ }

Hybridations de Batraciens (Bataillon, 1927; Bataillon et Tchou-Su, 1929 *b*; Tchou-Su, 1931).

Dès 1904, Bataillon avait proposé une interprétation fort suggestive de la mitose monocentrique. Elle serait liée à une dysharmonie des cycles astérien et nucléaire. Alors que dans la mitose normale, la division du centrosome et de l'aster précède de beaucoup la division du noyau,

2. Il est intéressant de constater que des conditions analogues se retrouvent dans l'œuf en *surmaturité*, la fécondation correspondant normalement à un stade qui s'intercale entre ces deux extrêmes.

3. Inversement, les œufs de Bombyx, normalement polyspermiques, deviennent en majorité monospermiques lorsqu'ils sont fortement activés (Bataillon et Tchou-Su, 1933, p. 346).

4. Dalcq (1928) a dressé une liste très complète des facteurs d'activation.

5. Bataillon et Tchou-Su (1930) ont montré que des œufs mûrs peuvent être replacés dans un état rappelant celui de l'immaturité lorsqu'on les plonge dans une atmosphère de gaz carbonique.

6. Chez les Insectes, les globules polaires ne sont généralement pas émis, mais ils peuvent l'être dans les œufs fortement activés de Bombyx ou encore dans les œufs de certains bivoltins (Bataillon et Tchou-Su, 1931, 1933).

on constate, dans la mitose monocentrique, un retard considérable des formations astériennes. Le monaster n'apparaît, en effet, que lorsque la membrane nucléaire a disparu; parfois même les chromosomes sont déjà clivés. Nous dirons, en employant les expressions de Bataillon que, dans la mitose monocentrique « la karyokinèse anticipe sur la sphérokinèse ».

L'activation dont nous venons de parler est l'activation complète ou membranogène. Mais, l'on peut obtenir, aussi bien dans la parthénogenèse traumatique des Batraciens que dans la Parthénogenèse chimique des Echinodermes, ou encore dans l'hybridation, une activation ménagée[7], incomplète, *non membranogène*, qui présente des caractères assez différents de la précédente.

Dans ce cas, la membrane ne se forme pas; l'œuf reste en état d'hypertension; les fluides et les déchets ne sont pas émis hors de l'œuf.

Le pronucleus femelle réagit à cette activation incomplète en formant une *mitose bipolaire anastrale*, caractérisée par la présence de deux asters dépourvus de centre; cette mitose établit le passage entre la mitose monocentrique et la mitose amphiastérienne.

Ces mitoses anastrales ont été signalées dans des cas d'activation assez divers :

Parthénogenèse de Mactra (Kostanecki, 1904).

Parthénogenèse des Oursins (Danchakoff, 1916; Herlant, 1919).

Fécondation des œufs immatures de Batraciens (Bataillon, 1929 c ; Bataillon et Tchou-Su, 1930).

Hybridations de Batraciens (Bataillon, 1912, 1927; Bataillon et Tchou-Su, 1929 *b*).

Il est intéressant de constater que les mitoses bipolaires anastrales d'activation présentent les plus grandes analogies avec les cinèses de maturation qui, comme on le sait, sont dépourvues de centres. Bataillon rend compte de cette analogie par la similitude des conditions dans lesquelles se trouve plongé le noyau femelle. Dans l'immaturité comme dans l'activation non membranogène, l'œuf retient à son intérieur les fluides qu'il émet normalement lors de la formation de la membrane, et c'est cette condition de l'œuf qui déterminerait ce type spécial de mitose. « Le facteur qui imprime aux processus cinétiques leur forme particulière est l'hypertension due à une rétention au moins partielle du périvitellius » (Bataillon et Tchou-Su, 1930, p. 530).

Il est du plus haut intérêt de constater que les noyaux mâles peuvent dans certaines conditions d'immaturité de l'œuf (et, aussi dans la polyspermie physiologique et dans les fécondations hybrides) subir des divisions anastrales du même type, « vrais simulacres de cinèses maturatrices » (Bataillon, 1929, c. p., 162, 170). C'est là une belle confirmation de la *loi de Brachet* qui établit que les noyaux mâles comme les noyaux femelles s'harmonisent avec la condition du cytoplasme dans lequel ils se trouvent plongés.

7. Une suractivation conduit à des résultats très semblables.

La Régulation Astérienne.

C'est Loeb qui, par sa méthode de la Parthénogenèse en deux temps, a le premier attiré l'attention sur les processus de régulation. Mais, c'est Bataillon qui a montré que la régulation ne pouvait être correctement définie qu'à l'aide de critères cytologiques. Il y a lieu de distinguer une régulation astérienne et une régulation chromosomique. Occupons-nous d'abord de la première.

La régulation consiste essentiellement à rétablir l'harmonie des cycles astérien et nucléaire, dissociée par l'activation simple. Dans l'amphimixie on constate que, contrairement à ce qui a lieu dans l'activation, la sphérokinèse anticipe sur la karyokinèse, l'aster et les centres se divisant de façon précoce et déterminant une répartition harmonieuse des chromosomes clivés.

Dans la Parthénogenèse expérimentale, l'expérimentateur doit remédier aux conséquences de l'activation qui entraîne l'œuf dans la voie sans issue des cycles monastériens. La régulation apparaît avec une grande netteté dans la Parthénogenèse traumatique des Amphibiens. Bataillon a montré que l'activation provoquée par la piqûre et qui engage l'œuf dans la série des cycles monastériens, est corrigée par l'inoculation d'éléments étrangers (leucocytes, en particulier). Reprenant l'étude cytologique de la régulation et rectifiant les interprétations erronées de Herlant (1919), il met en évidence l'apparition, au contact du corps étranger, d'un aster principal[8] qui se divise pour donner un amphiaster normal. L'aster principal mime en quelque sorte le spermaster, et la Parthénogenèse traumatique rappelle ainsi étrangement la fécondation normale. Elle rappelle encore plus certaines fécondations hétérogènes (par exemple *Hyla* ♀ × *Pelobates* ♂) aboutissant à la formation de faux hybrides par suite de l'élimination de la chromatine mâle, le spermaster intervenant cependant pour déclancher la division du pronucleus femelle (Bataillon et Tchou-Su, 1929 *b*; Tchou-Su, 1931).

Les conditions de la régulation sont fondamentalement les mêmes dans la Parthénogenèse chimi-

8. Les asters accessoires n'interviennent que pour troubler le développement.

que des Oursins où le traitement hypertonique détermine l'apparition, dans le cytoplasme, d'un aster [9] qui, en se divisant entraîne la karyokinèse normale du pronucleus femelle (Wilson, 1901; Hindle, 1910; Chambers, 1921; Just, 1922; Fry, 1925; Tharaldsen, 1926).

La question de la régulation astérienne chez le Bombyx n'est pas encore résolue (Bataillon et Tchou-Su, 1933).

La Régulation chromosomique.

La Parthénogenèse expérimentale de même que les fécondations hétérogènes aboutissant à une androgenèse ou à une gynogenèse, engendrent des développements à partir d'œufs typiquement haploïdes. Mais, le développement d'embryons haploïdes est incapable de se poursuivre longtemps, et tôt ou tard, l'organisme haploïde périclite et meurt. Dans tous les cas aboutissant à une pleine réussite, la régulation astérienne est accompagnée d'une régulation qui double le nombre de chromosomes et rétablit la diploïdie typique. Comment se produit cette régulation ?

Je ne reviendrai pas sur les cas classiques de régulation connus depuis longtemps (cf. Vandel, 1931, p. 283). Je me bornerai à signaler quelques types nouveaux récemment mis en évidence.

1° Un premier cas qui ne peut être considéré comme un exemple de régulation, est celui où le point de départ du développement parthénogénétique est un œuf diploïde, cette diploïdie résultant soit de la suppression de la méiose, soit du fait que l'œuf appartient à la ponte d'une femelle tétraploïde. Ce mécanisme est probablement celui qui assure le développement complet des larves de Batraciens produites par Parthénogenèse traumatique et arrivant à la métamorphose (G. et P. Hertwig, 1920; Bataillon et Tchou-Su, 1929 *b*; Dalcq, 1930).

2° La régulation par un monaster invoquée par G. Hertwig (1918) et R. Goldschmidt (1920) semble se réaliser dans certains cas. Une activation déficiente, non membranogène, telle que celle qui résulte, chez l'Oursin, d'un traitement butyrique ménagé, ou encore celle qui provient de certaines fécondations hétérogènes de Batraciens (*Hyla* ♀ × *Pelobates* ♂) entraîne la formation d'un monaster asymétrique. En marge de celui-ci se constitue un fuseau anastral sur lequel se disposent les chromosomes déjà clivés. Le noyau qui se reconstitue est ainsi diploïde. La seconde cinèse est une mitose normale, amphiastérienne et diploïde (Bataillon et Tchou-Su, 1930, 1934; Tchou-Su, 1931).

3° Tyler (1932) a mis en évidence un type très curieux de régulation. Il a montré que les œufs d'*Urechis* activés par l'eau de mer diluée n'émettent généralement pas de globules polaires. Le premier fuseau de maturation avec ses tétrades typiques, en nombre haploïde, se transforme après une phase de repos, en un fuseau de segmentation qui sépare les dyades. Le deuxième fuseau présente le nombre diploïde de chromosomes.

A. Vandel,
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

Les travaux récents sont seuls signalés dans cette liste. Le lecteur trouvera les indications des mémoires antérieurs à 1928 dans les ouvrages de Wilson et de Dalcq.

Bataillon (E.): *Archiv f. Entwicklungsmech.* CXV, 1929 a.
Bataillon et Tchou-Su : *Ibid*, 1929 b.
Bataillon (E.) : *Ibid*, CXVII, 1929 c.
Bataillon et Tchou-Su : *Archives Biologie*, XL, 1930.
Bataillon et Tchou-Su : *Archives Anatomie Microscop.*, XXIX, 1933.
Bataillon et Tchou-Su : *Annal. Sc. Nat. Zool.* (10) XVII, 1934.
Dalcq (A.) : Les Bases physiologiques de la Fécondation et de la Parthénogenèse. — Paris, 1928.
Dalcq (A.) : *Annal. Bull. Soc. Roy. Sc. Médic. Natur. Bruxelles*, 1930.
Pasteels (J.): *Archiv. Biologie*, XL, 1930.
Tchou-Su : *Archiv. Anatomie Microscop.*, XXVII, 1931.
Tyler (A.) : *Biol. Bull.*, LXIII, 1932.
Vandel (A.): La Parthénogenèse. — Paris, 1931.
Wilson (E. B.). — The Cell in Development and Heredity. — New-York, 1925.

9. Comme chez les Amphibiens, les cytasters ou asters accessoires n'ont d'autre effet, quand ils apparaissent (contrairement à l'interprétation de Herlant, 1918) que de troubler le développement.

SUR LA RÉPERCUSSION DE QUELQUES COURANTS D'IDÉES GÉOMÉTRIQUES EN MATIÈRE DE LOGIQUE ET D'ENSEIGNEMENT

1. Le corps de doctrines désigné sous le nom de « logique », corps qui prend une large extension, en posant tant de problèmes nouveaux, est de formation assez récente. L'idée chère à Leibniz d'établir, en vue du contrôle des raisonnements, un symbolisme approprié, idée poursuivie par de Morgan, Boole, Frege et par quelques autres, prit un tour décisif avec Peano[1]. Avec lui, se constituèrent définitivement les opérations et l'algèbre de la logique, dans un esprit voisin de celui de l'algèbre ordinaire. Les progrès se firent alors rapides, devant la nécessité de tirer au clair les antinomies de la théorie des ensembles comme devant les exigences imposées par la coordination rationnelle du monde physique.

L'aspiration commune à une algèbre rapprochait la pensée du mathématicien et la pensée du logicien. Des rapprochements de ce genre pouvaient-ils se multiplier? C'est bien là ce qui s'est produit : la logique actuelle ne se contente plus d'envisager des opérations algébriques; elle fait place à l'idée de fonction et à l'idée de groupe. Je voudrais, dans le présent article, expliquer de quelle manière ces annexions se sont réalisées; et montrer aussi chemin faisant, l'avantage que le géomètre peut y trouver, en vue d'une meilleure coordination de théories familières.

2. Tout le mouvement d'idées dont je vais m'occuper n'aurait peut-être pas vu le jour sans des recherches d'un caractère purement géométrique, voire même encore plus concret. Dans leurs efforts pour résoudre les grands problèmes de la Mécanique céleste, Lagrange, Hamilton et Jacobi n'avaient guère envisagé l'intégration des équations différentielles que sous son aspect quantitatif, en accordant à la réalisation du calcul une large priorité sur l'étude de l'allure des solutions. Henri Poincaré rompit le premier avec cette tendance en s'orientant systématiquement vers l'intégration qualitative. Dans la voie qu'il avait ouverte, M. Hadamard mit bientôt après en évidence, pour les géodésiques *d'une surface à courbures opposées*, des propriétés remarquables. Il y avait dans leur libellé de quoi retenir l'attention du physicien, par des éléments inattendus, fixant une sorte de démarcation, et permettant de concevoir « une déduction mathématique à tout jamais inutilisable » en matière de théorie physique.

Pierre Duhem, que nous venons de citer, a commenté les résultats de M. Hadamard dans un passage mémorable que voici :

« Imaginons, dit-il, le front d'un taureau, avec les éminences d'où partent les cornes et les oreilles, et les cols qui se creusent entre ces éminences; mais allongeons sans limite ces cornes et ces oreilles, de telle façon qu'elles s'étendent à l'infini; nous aurons une des surfaces que nous voulons étudier »[2].

« Sur une telle surface, les géodésiques peuvent présenter bien des aspects différents. Il est d'abord, des géodésiques qui se ferment sur elles-mêmes. Il en est aussi, qui, sans jamais repasser exactement par leurs points de départ, ne s'en éloignent jamais infiniment; les unes tournent sans cesse autour de la corne droite, les autres autour de la corne gauche, ou de l'oreille droite, ou de l'oreille gauche; d'autres plus compliquées font alterner suivant certaines règles les tours qu'elles décrivent autour d'une corne avec les tours qu'elles décrivent autour de l'autre corne, ou de l'une des oreilles. Enfin, sur le front de notre taureau aux cornes et aux oreilles illimitées, il y aura des géodésiques qui s'en iront à l'infini, les unes en gravissant la corne droite, les autres en gravissant la corne gauche, d'autres encore en suivant l'oreille droite ou l'oreille gauche ».

« Malgré cette complication, si l'on connaît avec une entière exactitude la position initiale d'un point matériel sur ce front de taureau et la direction de la vitesse initiale, la ligne géodésique que ce point suivra dans son mouvement sera déterminée sans aucune ambiguïté. On saura très certainement, en particulier, si le mobile doit demeurer toujours à distance finie ou s'il s'éloignera indéfiniment pour ne plus jamais revenir ».

« Il en sera tout autrement si les conditions initiales sont données, non point mathématiquement, mais pratiquement; la position initiale de notre point matériel sera, non plus un point déterminé sur la surface, mais un point quelconque pris à l'intérieur d'une petite tache; la direction de la vitesse ne sera plus une droite définie sans ambiguïté; à nos données initiales pratiquement déterminées correspondra pour le géomètre une infinie multiplicité de données initiales différentes ».

« Imaginons que certaines de ces données géo-

1. Dans la bibliographie qui termine le présent travail, on trouvera sur ce point la citation d'un article de M. A. Padoa.

2. Entendez donc : une surface à courbures opposées, douée de quatre nappes infinies.

métriques correspondent à une ligne géodésique qui ne s'éloigne pas à l'infini, par exemple, à une ligne géodésique qui tourne sans cesse autour de la corne droite. La géométrie nous permet d'affirmer ceci : parmi les données mathématiques innombrables qui correspondent aux mêmes données pratiques, il en est qui déterminent une géodésique s'éloignant indéfiniment de son point de départ... Malgré les limites étroites qui resserrent les données géométriques capables de représenter nos données pratiques, on peut toujours prendre ces données géométriques de telle sorte que la géodésique s'éloigne sur celle des nappes infinies que l'on aura choisie d'avance. On aura beau rendre plus petite la tache où se trouve la position initiale du point matériel, resserrer le faisceau qui comprend la direction initiale de la vitesse, jamais la géodésique qui demeure à distance finie en tournant sans cesse autour de la corne droite ne pourra être débarrassée de ces compagnes infidèles qui, après avoir tourné comme elle autour de la même corne, s'écarteront indéfiniment. Le seul effet de cette plus grande précision dans la fixation des données initiales sera d'obliger ces géodésiques à décrire un plus grand nombre de tours embrassant la corne droite avant de produire leur branche infinie; mais cette branche infinie ne pourra jamais être supprimée ».

« Si donc un point matériel est lancé sur la surface à partir d'une position géométriquement donnée, avec une vitesse géométriquement donnée, la déduction mathématique peut déterminer la trajectoire de ce point et dire si cette trajectoire s'éloigne ou non à l'infini. Mais pour le physicien, cette déduction est à tout jamais inutilisable. Lorsqu'en effet les données ne sont plus connues géométriquement, mais sont déterminées par des procédés physiques, si précis qu'on les suppose, la question posée demeure et demeurera toujours sans réponse ».

Et il faut bien en conclure, avec Duhem « qu'une foule de problèmes, bien définis pour le géomètre, perdent tout sens pour le physicien ». Les pages qui suivent n'ont pas manqué d'évoquer, à ce point de vue, le problème de la stabilité du système solaire. Pour l'astronome, les positions et les vitesses actuelles des astres ne sont déterminées que par des procédés physiques, lesquels comportent nécessairement certaines erreurs. Dans la multiplicité infinie (bien que progressivement réduite) des données théoriques fournies par l'astronome au géomètre, il se peut que les solutions infiniment voisines d'une solution donnée à l'instant originel ou tout au moins, certaines d'entre elles, finissent par s'en écarter indéfiniment, à l'exemple de ce qui se produisait dans le problème de M. Hadamard.

« Une déduction mathématique, observe finalement Duhem, n'est pas utile au physicien tant qu'elle se borne à affirmer que telle proposition, rigoureusement vraie, a pour conséquence l'exactitude rigoureuse de telle autre proposition. *Pour être utile au physicien, il lui faut encore prouver que la seconde proposition reste à* PEU PRÈS *exacte lorsque la première est seulement* A PEU PRÈS *vraie*. Et cela ne suffit pas encore; *il lui faut délimiter l'amplitude de ces deux à peu près;* il lui faut fixer les bornes de l'erreur qui peut être commise sur le résultat, lorsque l'on connaît le degré de précision des méthodes qui ont servi à mesurer les données »[3].

3. Ces profondes remarques de Duhem, qu'il complète en notant la haute difficulté des « *mathématiques de l'à peu près* », eussent mérité de leur auteur d'importants développements. Au cours de mon enseignement, j'avais été amené, d'une manière indépendante, à former de nombreux exemples de propositions, dont chacune se prêtait à une définition naturelle pour le module de déplacement de l'hypothèse et pour celui de la conclusion.

A mon insu, je reprenais en l'appliquant à des questions diverses l'idée de Duhem. Mais c'est par une voie différente que j'y fus conduit ainsi que je vais maintenant le rappeler. Je m'étais occupé des méthodes directes, en essayant de les adapter à certaines parties de la géométrie infinitésimale, depuis longtemps explorées à l'aide du calcul. La certitude d'un résultat obtenu par cet intermédiaire suppose en général, la dérivabilité, jusqu'à un certain ordre, des fonctions introduites : l'interprétation géométrique des équations écrites livre dès lors une conclusion, sans qu'on puisse d'une manière immédiate la considérer comme le fruit d'un système irréductible d'hypothèses. Pour obtenir un tel système, ou si l'on préfère, pour déceler les causes responsables de cet effet, qui est la susdite conclusion, faut-il résoudre un problème d'un genre spécial : un *problème de causalité*.

4. L'examen de ce problème se révèle fécond. On voit spontanément apparaître le pourquoi de la constante intervention des groupes en mathématiques, en même temps que la notion de groupe s'agrège à la logique.

Soit, dans un champ défini de prémisses, une proposition P dont l'énoncé a été préalablement formulé. Supposons P vraie pour un choix des

3. P. Duhem, La Théorie Physique, Paris 1906, p. 218-232.

objets qu'elle met en relation. Les modifications auxquelles on peut soumettre ces objets pour passer d'un cas d'exactitude de P à un nouveau cas d'exactitude forment une famille, douée de deux caractères importants :

1° Avec une modification, elle contient toujours son inverse;

2° Avec deux modifications, d'ailleurs quelconques, elle contient leur résultante.

Une telle famille est donc un groupe au sens couramment admis. Etant donné la manière dont s'introduit ce groupe, à l'occasion des conditions les plus larges de validité de P, je l'ai dénommé le *domaine de causalité* de P. Ce que je viens de dire pour une proposition isolée s'applique également à un système de propositions, puisque les éléments communs à plusieurs groupes forment un nouveau groupe.

D'une part, apparaît ainsi le rôle logique de la notion de groupe. D'autre part, justifie-t-on la nécessité de placer à la base de l'enseignement la notion de groupe, afin de dégager, dans des théories mathématiques très diverses, les principes qui leur sont communs.

5. Les considérations qui précèdent sont relatives à l'équilibre d'un énoncé propositionnel donné, équilibre maintenu pour certaines modifications des objets que cet énoncé met en relation. Au lieu d'étudier l'état permanent du dit énoncé devant ces modifications, on peut en rechercher les conditions de variance. De la sorte, on introduit en logique *le point de vue de la théorie des fonctions*. Restons dans un champ de prémisses bien défini. Une hypothèse H, laquelle peut être en réalité tout un système de suppositions, y détermine une conclusion C. Et l'on se propose d'étudier C comme une fonction de H; il est superflu de dire que le mot fonction est pris ici dans son sens le plus moderne, qui s'attache à la correspondance entre deux éléments de nature quelconque.

Le cas le plus simple, celui aussi qui s'adapte le plus fidèlement à la citation finale de Duhem, est celui où chacun des termes H et C peut être envisagé comme un élément d'un ensemble distancié : cela signifie qu'en prenant deux éléments H_1 et H_2 de la collection des H, on sait leur assigner une distance, c'est-à-dire un nombre positif lorsque ces éléments sont distincts, nul quand ils sont confondus, nombre qui si l'on veut, donne lieu en outre[4], lorsqu'on envisage trois éléments pris deux à deux, à l'inégalité du triangle. Dans ces conditions très larges, qu'il serait d'ailleurs possible d'étendre, un sens précis est détenu par la locution « *module de déplacement de l'hypothèse* », et l'on peut, d'une manière analogue, fixer le sens de la locution « *module de déplacement de la conclusion* ».

6. Nous avons introduit ces notions dans le cadre qui présente pour les besoins actuels la plus grande importance. Mais on peut encore, avec M. Jean-Louis Destouches, les adapter aux espaces à voisinages de M. Maurice Fréchet. On doit à cet éminent géomètre la mise en lumière d'une liste imposante de notions fondamentales qui sont devenues des guides nécessaires de la pensée mathématique contemporaine. Il a dégagé ces notions en analysant les progrès du Calcul fonctionnel, instauré par M. Vito Volterra sous l'inspiration du passage du fini à l'infini et enrichi par M. Jacques Hadamard de profondes contributions. Chose remarquable, cette analyse ramène au cœur des mathématiques, pour permettre d'en éclairer les principes universels. Le point de départ réside dans la considération des ensembles abstraits, c'est-à-dire formés d'éléments de nature quelconque, éléments dont on étudie les relations de voisinage[5].

On est conduit, dans cette voie, à développer sous le nom de Topologie abstraite, une discipline des plus importantes. A la base, est la notion d'*espace*. Un ensemble abstrait est élevé, si l'on peut dire, à la dignité d'espace, lorsqu'on sait faire correspondre, à chacune de ses parties, le système de ses points d'accumulation[6] : l'adjonction à la dite partie, ou si l'on préfère, au sous-ensemble considéré, de ses points d'accumulation, constitue une opération primordiale, à laquelle on donne le nom de fermeture. En postulant qu'un ensemble fini est sa propre fermeture, qu'un ensemble obtenu comme fermeture est aussi sa propre fermeture, que la fermeture et la réunion d'ensembles, en nombre fini, sont des opérations commutables, on peut pousser déjà fort loin le développement d'une Topologie formelle, distinguant entre autres les ensembles fermés (ceux qui sont leur propre fermeture), les ensembles ouverts (complémentaires d'ensembles fermés), étudiant d'autre part, pour des ensembles quelconques, points intérieurs et points frontières (cf. Kuratowski, Topologie, ch. I).

Notamment, tout ensemble distancié D peut se considérer comme un espace au sens précédent. Soit E un ensemble partiel de D. Un point a de D sera dit point d'accumulation de points de E si l'on peut lui attacher une suite indéfinie de points de E, points dont les distances au point a tendent vers zéro. Ayant défini la notion de point d'accu-

4. Cette condition, remplie dans beaucoup d'applications, n'est pas nécessaire.

5. Voir la bibliographie.

6. On convient en général de se restreindre à ceux qui appartiennent à l'espace.

mulation, nous pouvons en déduire celle de fermeture d'un ensemble E prélevé sur D, et par suite, faire vraiment de D un espace. On peut donc dire indifféremment ensemble distancié ou espace distancié.

7. Ces explications préliminaires étant bien comprises, envisageons comme nous l'avions annoncé l'élément hypothèse H comme un point d'un premier espace distancié S, l'élément conclusion C comme un point d'un second espace distancié T. La dépendance du second élément vis-à-vis du premier s'interprète à ce point de vue comme une transformation ponctuelle θ; ainsi que l'a noté M. Jean-Louis Destouches, la stabilité n'est autre que la continuité : il est bon de compléter cet énoncé en notant que cette continuité concerne essentiellement la transformation permettant de passer de S vers T[7]. On peut citer des exemples de propositions qui sont stables alors que la réciproque est instable. En théorie des fonctions d'une variable, pente nulle dans un intervalle implique constance, est une proposition stable, dont la réciproque est vraie, mais instable.

Il est intéressant d'envisager la transformation inverse de θ. A un point du second espace, c'est-à-dire à un élément conclusion C, correspond en général dans le premier espace un ensemble de points, lequel représente la réunion des diverses hypothèses possibles dont l'une détermine la conclusion C. Appelons H l'une d'elles, et $\{H\}$ l'ensemble de toutes les hypothèses H impliquant la conclusion C. Nous écrirons $C = \varphi(H)$, ce qui symbolise la proposition d'hypothèse H et de conclusion C. Il peut arriver que φ soit continue pour chaque élément H de l'ensemble $\{H\}$. Nous dirons alors qu'il y a stabilité sur $\{H\}$.

Faisons observer chemin faisant que l'ensemble $\{H\}$ représente, dans l'espace S des hypothèses, *le domaine de causalité* de la conclusion C, abstraction faite d'un mode de composition de deux éléments de $\{H\}$. Cette représentation ne peut d'ailleurs être conçue sans qu'on ait au préalable défini avec précision les éléments de cet espace, et assigné une distance à chaque couple de ces éléments.

8. Montrons que moyennant la stabilité sur $\{H\}$ de la proposition $C = \varphi(H)$ (n° 7), l'ensemble $\{H\}$ est fermé, quant à l'espace (S) des hypothèses, c'est-à-dire contient ses points d'accumulation, dans un sens conforme aux définitions posées à la fin du n° 6. Lorsqu'à un point p de l'espace (S), on peut attacher une suite de points de $\{H\}$ dont les distances à p tendent vers zéro, nous avons dit que p est point d'accumulation de l'ensemble $\{H\}$. Cela posé, l'hypothèse représentée par le point p implique nécessairement la conclusion C, sans quoi, il ne pourrait y avoir continuité, donc stabilité sur $\{H\}$.

9. En conservant l'hypothèse de stabilité sur $\{H\}$ de la proposition $C = \varphi(H)$, étudions maintenant l'ensemble $\{H\}$ comme fonction du point C, lorsque la transformation menant d'un point H quelconque de S à un point C du second espace (soit l'espace T), conserve la convergence des suites[8]. Supposons qu'un point p de S puisse s'obtenir comme limite d'une suite de points appartenant respectivement aux ensembles

$$\{H_1\}\ldots\ldots \quad \{H_2\}\ldots\ldots \quad \{H_n\}\ldots\ldots$$

domaines de causalité respectifs des conclusions

$$C_1\ldots\ldots \quad C_2\ldots\ldots \quad C_n\ldots\ldots$$

Alors, d'après l'hypothèse sur la conservation de la convergence des suites, la suite des C_n admet dans T un point limite unique q. La stabilité ne peut exister sur l'ensemble antécédent de q dans S que si p appartient à cet ensemble autrement dit si l'on a $q = \varphi(p)$. En effet p peut s'obtenir comme limite d'hypothèses déterminant des conclusions arbitrairement voisines de la conclusion q, la stabilité exige donc que l'hypothèse p détermine la conclusion q.

Le résultat ainsi démontré peut encore s'énoncer en disant que l'ensemble $\{H\}$ antécédent d'une conclusion C jouit de la semi-continuité supérieure d'inclusion, toutes les fois qu'il y a stabilité de C sur cet ensemble $\{H\}$. Le fait que C admet $\{H\}$ comme antécédent s'appellera la *pleine réciproque* des $C = \varphi(H)$. Si chacune de ces propositions est stable, pour tout H de $\{H\}$, la pleine réciproque est semi-stable, au sens qui s'attache à la semi-continuité que nous venons de mettre en évidence. Au cas où $\{H\}$ se réduit à un élément unique, on retrouve la continuité sur cet élément, et par suite la proposition stable $C = \varphi(H)$ a une réciproque unique $H = \psi(C)$ qui est elle-même stable.

10. Nous avons déjà noté la part d'arbitraire comportée par la définition de l'espace S et par celle de l'espace T. On en pourra constater la répercussion sur la stabilité de certaines propositions.

7. Il peut arriver que l'hypothèse soit représentée par un point de l'espace S, la conclusion, par un ensemble de points de l'espace T. Il y aura stalilité si cet ensemble est fonction continue du point considéré de l'espace S, c'est-à-dire si les deux ensembles de T provenant de points arbitrairement voisins de l'espace S ont un écart (au sens de Hausdorff) qui peut être rendu arbitrairement petit. Un exemple d'un pareil cas est ici donné au début du n° 10.

8. Cette propriété est automatiquement réalisée, quand la continuité de $C = \varphi(H)$ s'accompagne de la compacité (en soi) des espaces S et T.

Supposons que l'espace S soit l'ensemble des systèmes de quatre points d'un plan π. A chaque point de l'espace S, correspond dans le plan π un faisceau de coniques, et par suite une conique K lieu des centres des coniques du faisceau F. Dans l'espace S, considérons les points attachés aux quatre sommets d'un parallélogramme P du plan π : la conique K correspondante du plan π se décompose en le couple des deux droites parallèles aux côtés de P menées par son centre. En réalité, toute conique non dégénérée menée par les sommets de P a son centre au centre de P. Chaque parallèle à une paire de côtés de P menée par ce point est lieu de centres pour la conique du faisceau réduite à cette paire de côtés. Les six coefficients de l'équation de K dans le plan π déterminent un point d'un espace projectif à cinq dimensions. Prenons-le pour notre espace T. On peut alors établir sans peine la continuité dans le passage de S à T. Il y aura donc stabilité.

En revanche, la stabilité se trouverait compromise si l'attention s'en tenait à la considération des points dont l'un est centre d'une conique non dégénérée du faisceau F. En effet, en partant d'un quadrilatère initial qui soit un parallélogramme P, nous aurions pour les coniques véritables passant par ses sommets un seul et même centre, le centre de ce parallélogramme. Par contre, les coniques passant par les sommets d'un quadrilatère (non parallélogramme) voisin de P auraient leurs centres sur une hyperbole K. A chaque point de l'espace S, nous ferions ainsi correspondre, dans le plan π, un ensemble de centres, soit C, ensemble réduit, pour le point de S provenant de P, à un point unique de π. Cet ensemble C ne serait pas en dépendance continue du point de S considéré. Il n'y aurait donc plus stabilité.

La disparition de la stabilité est ici le fait de l'intervention d'une classe non compacte, classe obtenue en excluant d'un certain faisceau ponctuel F ses coniques dégénérées. Les atteintes portées à la continuité dans des conditions de ce genre sont bien familières. Rappelons l'exemple de la fonction $x : x$; envisagée pour $x > o$, elle a la valeur 1; la fonction $(x + \varepsilon) : x$ envisagée de même pour $x > o$ peut prendre, si petit soit le nombre positif ε, des valeurs arbitrairement grandes. D'où un effet d'instabilité à rapprocher du précédent, en tant qu'il provient aussi de l'intervention d'une classe non compacte[9].

11. Des exemples familiers appellent l'attention sur un cas important, dans la pratique : celui de propositions ambiguës, c'est-à-dire tantôt vraies, tantôt fausses, lesquelles sont stables dans leurs cas d'exactitude, instables dans leurs cas d'exception.

Soit X la proposition envisagée. Son ambiguïté disparaît, autrement dit X acquiert une valeur logique bien déterminée quand on fixe dans un espace abstrait S la position d'un point M. On imagine donc une spatialisation permettant d'estimer comparativement l'ensemble V des points de S pour lesquels a lieu l'exactitude de X et l'ensemble S — V pour lesquels a lieu l'inexactitude de X.

Comme ci-dessus, la spatialisation mise en œuvre n'est pas un processus admettant une réalisation unique. Il faut prévoir qu'il peut au contraire affecter des formes variées.

Le choix du point M dans S représente le faisceau d'hypothèses qu'il faut adjoindre à quelques autres déjà formulées pour que la valeur logique de X soit entièrement fixée. Or les hypothèses déjà exprimées sont en quelque sorte immuables, tandis que les hypothèses restantes, lesquelles se fixent avec le choix du point M, présentent la part correspondante d'arbitraire.

Etudions les déplacements MM' qui, dans l'espace S, maintiennent le point représentatif des hypothèses supplémentaires sur l'ensemble V. Ils maintiendront fixe la conclusion impliquée par la réunion des hypothèses initiales et des hypothèses supplémentaires. Pour ces déplacements, il y a permanence de la proposition, qui conserve sa valeur logique. Deux formes seulement de conclusion nous intéressent ici : X vraie, X fausse. Tout se passe donc comme si l'espace T se réduisait à deux points.

12. Etudions, avant de poursuivre, quelques exemples. Soient donnés dans l'espace euclidien à trois dimensions deux points distincts A et B; prenons-y un nouveau point M. L'énoncé X suivant :

A, B, M *déterminent un plan*

nous donne un exemple de proposition ambiguë, vraie quand M est en dehors de la droite AB, fausse quand M est sur cette droite. Ici, nous spatialisons dans l'espace même où nous avons pris les points A, B, M. C'est l'ensemble des points étrangers à la droite AB qui forme V. Cet ensemble est un ensemble ouvert. Autrement dit, tout point où X est vrai est entouré d'une sphère, centrée en ce point, et dont le rayon peut être pris assez petit pour que X reste vrai dans toute cette sphère. C'est ce qu'on peut encore exprimer sous la forme suivante :

En chacun des points où X *est vraie, cette pro-*

9. On pourrait d'ailleurs, tout aussi bien, se placer ici sous l'égide du non-complet.

position possède la stabilité à conclusion fixe ou stabilité de permanence[10].

Cela tient à ce que, dans l'espace euclidien auquel nous avons eu recours, l'ensemble V est un ensemble ouvert, tandis que son complémentaire S—V est un ensemble fermé dépourvu de points intérieurs.

13. Envisageons encore une courbe algébrique plane d'ordre n. Son équation va contenir

$$N = \frac{(n+1)(n+2)}{2}$$

coefficients arbitraires. Considérons les valeurs de ces coefficients comme les coordonnées d'un point dans un espace projectif à N — 1 dimensions, soit S. A chaque point de S correspond dans le plan une courbe algébrique d'ordre n. Cette courbe ne pourra présenter de points multiples que s'il existe entre les coefficients de son équation certaines relations, représentées dans l'espace S par des variétés algébriques[11]. Ces variétés seront des ensembles fermés, dépourvus de points intérieurs. Si donc nous considérons la proposition X suivante :

la courbe algébrique la plus générale d'ordre n est dépourvue de points multiples;

son énoncé sera stable (stabilité de permanence) dans les cas d'exactitude, instable dans les cas exceptionnels.

Il se peut que pour des valeurs particulières de n, valeurs qui seront formées du produit de deux entiers consécutifs K — 1 et K et pour un choix convenable des précédents coefficients, la courbe n'ait pas de singularité tangentielle, autrement dit n'ait pas de tangente multiple. Mais alors la courbe a nécessairement des singularités ponctuelles. Il y a des courbes arbitrairement voisines du même degré qui sont dépourvues de singularités ponctuelles : la classe de l'une de ces courbes, soit $n(n-1)$, dépassera notablement la classe K de la courbe initiale. Supposons par exemple que celle-ci soit du 6e ordre et de 3e classe. Il y aura des courbes du 6e ordre arbitrairement voisines et de classe 30. Cette discontinuité de la classe va de pair avec ce fait que l'absence de singularités tangentielles pour la courbe initiale est instable à l'encontre de l'absence de singularités ponctuelles qui est stable.

14. J'ai signalé d'autres exemples du même genre, notamment celui qui concerne l'intersection de trois surfaces algébriques d'ordres respectifs m, n, p. Soit S l'espace projectif dans lequel les coordonnées homogènes d'un point sont les coefficients (complétement indéterminés) dans les équations des trois surfaces. La proposition X d'après laquelle les surfaces auraient à distance finie mnp points communs distincts (réels ou imaginaires) n'est en défaut que sur un système de variétés algébriques de l'espace S. Elle possède encore la stabilité de permanence dans ses cas d'exactitude, l'instabilité dans ses cas d'exception.

15. Il est facile de systématiser. Il suffit à cet effet de retenir les particularités communes aux exemples qui précèdent. On est conduit à formuler sur les deux ensembles V et S — V, dont la réunion donne l'ensemble S, les hypothèses qui permettront d'affirmer que X est stable sur V, instable sur S — V.

Nous continuons à supposer qu'on sache définir dans S la distance de deux points quelconques. Nous ferons en outre l'hypothèse que S ne présente pas de point isolé : autrement dit, étant donné un point de l'ensemble S, on peut trouver d'autres points de S qui soient situés de celui-ci à une distance arbitrairement petite (hypothèse de *densité*).

Cela posé, pour que dans S, l'inexactitude de X ne puisse se produire qu'au titre *instable*, il suffit de supposer qu'*étant donné un point quelconque* m *de* S — V, *il existe des points de* V *distants de* m *d'une longueur arbitrairement petite*. On ne pourra d'après cela trouver aucun point m de S — V tel qu'en prenant la longueur ε suffisamment petite, chaque point de S distant de m de moins de ε appartienne à S — V. En ce cas, nous dirons que, relativement à S, l'ENSEMBLE S — V EST DÉPOURVU DE POINTS INTÉRIEURS[12]. C'est en faisant cette hypothèse (laquelle équivaut à l'hypothèse en italiques au début du présent alinéa) que nous assurerons l'instabilité de X dans ses cas d'exception.

Pour assurer la stabilité de X dans ses cas d'exactitude, il suffit maintenant d'introduire une hypothèse impliquant que la borne inférieure des distances d'un point quelconque de V aux points de S — V soit positive, sans jamais s'annuler. Or on atteint ce résultat comme conséquence de l'hypothèse suivante :

A l'ensemble S — V *appartient chaque point* p *de* S *auquel s'attache une suite indéfinie de points de* S — V *dont les distances à* p *tendent vers zéro.*

Cette dernière hypothèse pourra se formuler, conformément aux définitions du n° 6, en disant que S — V est fermé (relativement à S).

10. On peut dire aussi avec M. J. L. Destouches : stabilité en valeur logique. Voir le fasc. n° 393 des Act. Hermann, p. 44.

11. Soit $f(X, Y, T) = 0$ l'équation de la courbe algébrique dans le plan donné. Les relations envisagées expriment qu'il existe au moins une solution commune aux trois équations $f_X = 0$, $f_Y = 0$, $f_T = 0$.

12. Cela revient à poser, pour un ensemble d'un espace distancié la notion de *point intérieur*. Un point p sera dit point intérieur de l'ensemble s'il en fait partie, et si tous les points de l'espace qui sont à une distance suffisamment petite de p font également partie de l'ensemble.

Finalement, toutes les fois que S étant distancié et dépourvu de points isolés, l'ensemble $S - V$ est dépourvu de points intérieurs et en outre est fermé, la proposition X vraie sur V, fausse sur $S - V$ possédera la stabilité de permanence dans ses cas d'exactitude (soit sur V) et sera par contre instable dans ses cas d'exception (donc sur $S - V$).

J'ai tenu à reprendre la question sous cette forme, car un exposé que j'avais donné au Congrès international de Philosophie scientifique se ressentait trop du souvenir des exemples donnés aux nos 12, 13, 14, exemples qui avaient guidé ma recherche. J'écrivais dans le recueil cité :

« Si S est de plus ou bien compact en soi, ou même simplement séparable, et si $S - V$ est un ensemble fermé dépourvu de point intérieur, en chaque point M de l'ensemble V, l'exactitude de X sera stable, sa non-exactitude de X sera stable... »

Dans ce libellé, la condition de compacité, aussi bien que la condition de séparabilité sont tout à fait superflues. Je ne les introduisais en fait que pour soumettre la topologie de l'espace S à certaines exigences la rapprochant à quelque titre de la topologie d'un des espaces de nos exemples précédents : prudence injustifiée !

16. Pour illustrer cette remarque, je vais montrer l'utilité que présente l'abandon de la compacité ou pareille matière. Reprenons les exemples de propositions ambiguës X, obtenus en considérant une ou plusieurs courbes, une ou plusieurs surfaces algébriques, dont les degrés sont préalablement assignés. Supposons qu'au lieu de laisser tout à fait arbitraires les coefficients des équations de ces courbes ou de ces surfaces, nous nous astreignions à choisir ces coefficients dans un certain domaine de rationalité. Pour fixer les idées, prenons celui des nombres rationnels ordinaires, et supposons que les coefficients soient quelconques dans ce domaine.

Des résultats précédemment obtenus dans chacun de nos exemples initiaux, on conclut sans difficulté que les énoncés considérés chacun dans le champ restreint qui vient d'être défini seront encore stables en cas d'exactitude, instables dans leurs cas d'exception.

Il serait moins facile de prélever sur l'Analyse classique des exemples rompant avec les espaces séparables. Quel que soit l'intérêt pratique de la notion de séparabilité dans l'étude des espaces distanciés, il est cependant à retenir que cette notion n'a aucun rôle dans les considérations qui précèdent.

Nous nous en tiendrons à ces remarques en ce qui concerne la stabilité de permanence.

En revanche l'exemple du n° 10 avait clairement montré comment des considérations de stabilité peuvent se trouver liées à des hypothèses de compacité, mises en œuvre pour permettre à la condinuité de s'exercer.

17. Il nous reste à souligner, en terminant, la portée de quelques-unes des idées rencontrées au cours du présent exposé. Un problème du plus haut intérêt pratique est posé depuis déjà quelques lustres : refondre l'enseignement de l'Analyse mathématique, dans un esprit nouveau, qui soit à la fois substantiel, éducatif, soucieux des contacts entre l'Analyse et d'autres branches de la Science.

En demandant à cet enseignement d'être substantiel, on émet le vœu d'y voir s'incorporer facilement les théories que nul ne doit ignorer, en raison de leur usage très courant.

En demandant à cet enseignement d'être éducatif, on émet le vœu d'y voir apparaître l'unité méthodologique, permettant de grouper tous développements autour de quelques principes d'application permanente.

En imposant à cet enseignement le souci des contacts de l'Analyse avec les autres branches de la Science, — s'inspirant en cela du bel exemple donné dans sa chaire de Toulouse par le professeur Adolphe Buhl —, on émet le vœu que jamais ne soit oublié le caractère indissociable de l'Analyse et des théories physiques.

La coordination rationnelle et harmonieuse ainsi désirée, selon un sens conforme aux vues de Cournot, dans son fameux traité de l'enchaînement des idées fondamentales dans les Sciences et dans l'Histoire, devra satisfaire encore à d'autres conditions. L'une d'elles est très importante par essence même, puisqu'il s'agit d'Analyse mathématique; le fait de raisonner sur des collections infinies, ne devra jamais être pour l'esprit une cause de trouble, les circonstances au premier abord les plus paradoxales s'éclairant à la lumière des principes généraux qu'on aura pris comme point de départ.

Or, la réalisation d'un tel programme serait difficile sans prendre en considération les points de contact rappelés ci-dessus, lesquels s'établissent entre la pensée du mathématicien est la pensée du pur logicien, en prolongement du sillon tracé par Peano. Quelques leçons d'un caractère très général trouveront donc place utile au début du cours, leçons où l'on ne craindra pas de mettre en évidence l'idée de fonction sous sa forme la plus large : la correspondance entre deux éléments de nature abstraite; l'idée à peine différente du recours à des espaces; l'idée de groupe; toutes idées communes à la mathématique d'une part, à la logique d'autre part. Ces idées seront illustrées par des exemples variés, dont la diversité confir-

mera le caractère universel des notions introduites.

A la suite de ces préliminaires, les théories particulières pourront être développées en profondeur, avec une aisance plus grande. Leur mise en ordre sera facilitée. En même temps qu'elle prélude à la formation des algorithmes, la notion de groupe offre en effet un cadre à la classification des théorèmes pris isolément, tandis que la stabilité donnera prise sur les propositions à conclusion variable; notamment, pour les propositions ambiguës, les exemples où se vérifient les conditions envisagées au n° 15, se prêteront d'une manière naturelle à l'application d'un procédé pour l'estimation comparative de cas normaux et des cas exceptionnels. Dans la voie indiquée, cette estimation se fait par voie topologique, mais on peut imaginer aussi un tout autre processus qui la réalise suivant un mode statistique. Soit S l'ensemble abstrait tel que le choix d'un point de S achève de fixer la valeur logique de la proposition X. La comparaison de l'ensemble V des points où X est vraie à l'ensemble total S se fera par un processus de mesure. Le système de vues que nous venons de développer accorde donc d'emblée aux considérations statistiques la part importante qui doit nécessairement leur revenir dans une tentative de cette nature.

Il resterait à montrer comment ce système peut être concilié avec les désidérata qui se présentent en matière de théorie physique. Les réflexions de Pierre Duhem, rappelées au début de cet exposé, donnent à cet égard une indication suffisante. Cette indication est d'ailleurs précisée par les développements qui, d'une manière indépendante, m'ont récemment permis de montrer que, dans une théorie physique, relative à la physique du continu, un schème déterministe n'est autre qu'un théorème d'unicité soumis à une condition essentielle, celle d'être stable. M. Jean-Louis Destouches a prolongé mes remarques à ce sujet, notamment du côté de la Mécanique ondulatoire.

Enfin, faudrait-il préciser la position de notre système de vues devant les problèmes s'attachant à des collections infinies. C'est là un point trop important pour qu'on puisse en donner idée en quelques lignes. Je me contenterai donc de renvoyer le lecteur à mon récent article du tome XII de la Revue roumaine « *Mathematica* » (Cluj). La conclusion qui s'en dégage est que les paradoxes naissent du fait d'envisager isolément certains problèmes infinis, toutes difficultés s'aplanissant par la mise en parallèle de problèmes, susceptibles de se rallier à une même classe, dominée par un groupe, lequel vient encore ici délimiter le domaine de validité des propriétés que l'on a en vue.

Là encore, se confirme cette manière de relativité universelle, qui trouve son expression dans l'idée de groupe. Tels sont, à grands traits, les principes directeurs qui semblent aujourd'hui prévaloir en matière de coordination didactique. Mais sans doute ne sont-ils que partiels : dès maintenant semble s'avérer la nécessité d'organiser davantage la place que nous avons assignée ici-même aux considérations statistiques, pour satisfaire aux exigences de la Physique du discontinu.

Georges Bouligand,
Professeur à l'Université de Poitiers,
Maître de recherches.

BIBLIOGRAPHIE

G. Bouligand : La causalité des théories mathématiques. *Act. scient. et ind.* Hermann, fasc. n° 184. — Sur la stabilité des propositions. *Bull. Ac. Roy. Sc. de Belg.*, t. 21, p. 277 et s.; p. 776 et s. — Sur les conditions de variance des propositions, *C. R.*, t. 200, 1935, p. 1509. — Quelques aspects de l'étude des propositions mathématiques. *Act. scientif. et ind.*, Hermann, fasc. n° 393 (actes du Cong. intern. de Philos. scient.), p. 34-40. — Problèmes bien posés et problèmes à conditions surabondantes, année 1936 du *Bull. Soc. Roy. des Sc. de Liege*, p. 116-120). — Quelques constatations sur le rôle des correspondances et des groupes dans la comparaison de deux collections infinies, *Mathematica* (Cluj.), t. 12, 1936, p. 146-159.

A. Buhl : Notice sur ses travaux. Toulouse, Privat, 1935.

Jean-Louis Destouches : Définition de la stabilité des propositions, *C. R.*, t. 201, 1935, p. 182. — Les espaces abstraits en logique et la stabilité des propositions, *Bull. Ac. Roy. des Sc. de Belg.*, t. 21, p. 780. (Voir aussi le tome 22 du même recueil). — Rôle des espaces abstraits en logique, stabilité des propositions, légalité et semi-légalité. *Act. sc. et ind.*, Hermann, fasc. n° 393, p. 41-50.

Maurice Fréchet : Les espaces abstraits. Paris, 1928.

Gustave Juvet : L'axiomatique et la théorie des groupes. — *Act. sc. et ind.*, Hermann, fasc. n° 393, p. 28-33.

C. Kuratowski : Topologie. Varsovie, 1933.

Max Morand : Sur les principes de la Physique. Mémoires de la Société Royale des Sciences de Liége 1931-32.

A. Padoa : Ce que la logique doit à Peano. Fasc. 395. des *Act.* Hermann, p. 31-37.

Pierre Sergescu : Sur quelques aspects des Mathématiques contemporaines. *Actes du 3e Congr. intern. d'Hist. des Sc.*, Lisbonne, 1934.

P. S. Les idées présentées ci-dessus peuvent être utilement appliquées à l'enseignement élémentaire de la géométrie : voir par exemple les ouvrages de MM. Estève et Mitault (Gauthier-Villars).

UNE RÉCENTE ACQUISITION QUANTITATIVE DE LA CHIMIE BIOLOGIQUE : LA FORMULE D'ALLOMÉTRIE

... « ... Il est exact que plus une science se développe, plus nous voyons grandir le rôle du nombre. »

Emile Picard.

A) Introduction.

La formule d'allométrie est née d'études de *morphologie* quantitative. Rappelons brièvement cette origine. Depuis quelques années les changements de forme d'un organisme au cours de sa croissance ou les différences de proportions d'adultes de taille variable ont été l'objet d'un nombre considérable de mesures.

En comparant directement la dimension y d'un organe à la dimension x d'un autre organe ou du corps tout entier, on a pu dans de nombreux cas simplifier et ordonner des ensembles de résultats. Et cela grâce au fait, reconnu depuis longtemps[1] et peu à peu généralisé, que, entre des époques bien déterminées de la croissance ou pour des groupes définis d'adultes, les dimensions x et y restent pratiquement unies par une relation de la forme $y = bx^\alpha$ où b et α sont deux constantes. C'est là la formule dite d'allométrie.

J. S. Huxley et G. Teissier qui ont beaucoup contribué à sa généralisation, ont à deux reprises « fait le point » dans ce domaine par deux ouvrages : Huxley en 1932, avec Problems of relative growth et Teissier en 1934, avec Dysharmonies et discontinuités dans la croissance[2].

Dans cette dernière publication en proposait une interprétation physiologique de la formule d'allométrie qui paraît plus solidement étayée aujourd'hui.

Il était naturel que la chimie biologique, qui est sans doute, après la morphologie, celle des sciences de la Vie où l'on fait le plus de mesures, bénéficiât de ces recherches. C'est ce qui a été tenté avec succès par Teissier dès 1929.

En biochimie la formule d'allométrie a jusqu'à présent presque exclusivement été appliquée à l'étude de la croissance. Après avoir précisé le sens de cette relation, son degré d'approximation, nous en décrirons quelques applications en nous efforçant d'en dégager l'intérêt dans chaque cas.

1. Dubois, en 1897, puis Lapicque, en 1898, avaient déjà proposé des formules d'allométrie pour représenter le poids de l'encéphale d'un mammifère en fonction du poids de son corps.

2. Le terme d'allométrie a été récemment substitue à ceux de dysharmonie et d'hétérogonie par ces deux auteurs.

B) Remarques générales.

L'étude chimique de la croissance d'animaux ou de végétaux très divers montre que entre des époques bien déterminées de leur développement on peut pratiquement représenter la masse totale d'un constituant chimique y en fonction de la masse totale de l'organisme ou d'un autre constituant x par une expression de la forme $y = bx^\alpha$

Dans cette formule (nous l'appellerons f. d'allométrie chimique) b représente la teneur lorsque $x = 1$; elle dépend des unités employées. α au contraire est indépendante de celles-ci; α est supérieure à 1 si la teneur augmente et plus petite que 1 si la teneur diminue.

En coordonnées logarithmiques toute relation de cette forme se représente par une droite de pente α et d'ordonnée à l'origine b. Dans cette simplification graphique résulte un des principaux avantages de l'emploi de la formule d'allométrie : les résultats des mesures sont portés sur une grille logarithmique. Il est aisé ensuite de tracer la droite la plus proche des points figuratifs, et de déterminer enfin α et b. Mais quelle est l'approximation obtenue dans ce calcul graphique ? Rappelons que x et y représentent des valeurs moyennes, fournies par des individus placés dans les mêmes conditions. Les écarts de position d'un point figuratif sont dus à la fois aux erreurs de mesure et aux variations individuelles. Et l'expérience montre bien que l'alignement des points est d'autant plus satisfaisant que les méthodes chimiques employées sont plus précises et qu'elles sont appliquées à un plus grand nombre d'individus. On verra d'ailleurs sur les graphiques retenus ici que l'accord entre les résultats expérimentaux et la formule est en général excellent. Précisons un peu : α est toujours mieux déterminé que b. Dans les cas favorables, le premier paramètre est connu à 0,01 près et le second à 0,02 près.

La relation d'allométrie chimique est donc bien

une loi *expérimentale* ce n'est pas l'effet d'un artifice dans la représentation des résultats de l'analyse.

De plus, comme nous le montrerons dans les exemples suivants, les *singularités*, les *exceptions à cette loi* correspondent à d'autres faits expérimentaux, d'ordre morphologique ou physiologique.

D'un autre point de vue on peut dire que la formule d'allométrie est une solution du problème suivant :

Lorsque au cours de la croissance d'un organisme la teneur en un constituant ne reste pas constante, suivant quelle loi varie-t-elle ?

La formule d'allométrie n'explique pas ces variations, elle en donne une expression mathématique qui est sans doute **la plus générale**, *la plus commode*, et qui *suffit pratiquement*.

Mais elle n'est qu'une *approximation ;* et il ne faut pas l'oublier pour comprendre que son emploi échappe à l'objection suivante :

Considérons divers constituants

$$y_1 = b_1 x^{\alpha_1}, \qquad y_2 = b_2 x^{\alpha_2} \dots$$

etc. ; leur somme ne saurait être exprimée en fonction de x par une formule du même type. On ne peut écrire

$$b_1 x^{\alpha_1} + b_2 x^{\alpha_2} = b x^{\alpha} \qquad [1]$$

L'expérience cependant tolère cette erreur. Par exemple, l'eau et le poids sec se représentent très bien en fonction du poids frais (qui est égal à leur somme) par deux formules d'allométrie (dans ce cas $\alpha = 1$ et $b = 1$).

L'explication est évidente : α_1 et α_2 étant donnés avec une certaine approximation, on ne peut demander à α d'être mieux déterminé. Et dans l'intervalle d'application, où x ne varie jamais de plus de 1 à 100, les écarts sur α calculé par la formule [1], en prenant $b = b_1 + b_2$, n'excèdent pas les erreurs commises sur α_1 ou α_2. La formule d'allométrie nous apparaît ainsi comme un instrument analytique très complaisant. Elle n'en est pas moins précieuse au point de vue biologique : les exemples suivants en témoigneront.

C) Quelques exemples développés.

Dans les trois premiers exemples choisis, empruntés à Teissier, l'allométrie chimique apparaîtra sous une complexité croissante dans le règne animal. Le quatrième, d'après J. Needham, montrera comment la loi d'allométrie facilite l'étude chimique comparée de la croissance de différentes espèces animales. Le cinquième exemple est une application à la biochimie végétale.

a) *Le phosphore nucléique et le phosphore lipidique au cours de la croissance larvaire de Tenebrio molitor* [3].

La figure 1 montre que les masses de ces deux constituants restent proportionnelles à la même puissance du poids de la larve fraîche ($\alpha = 0{,}83$) tandis que celle-ci augmente de plus de 20 fois. Autrement dit, la teneur en ces deux corps diminue beaucoup, mais leur rapport demeure constant pendant toute cette croissance.

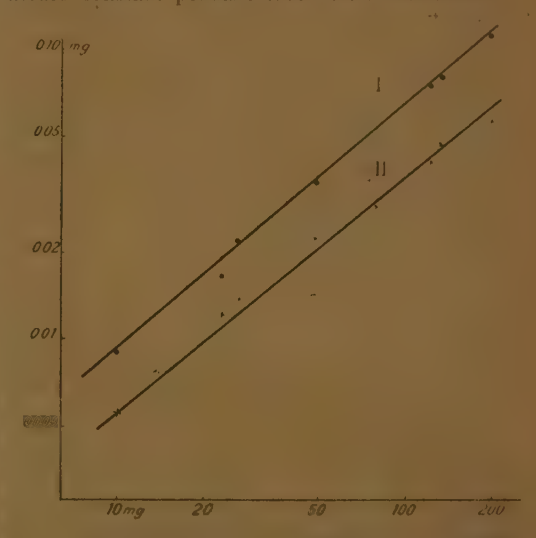


Fig. 1. — En abscisses, poids frais des larves. En ordonnées, I. Phosphore lipidique en mg. (extraction alcoolo-benzénique). II. Phosphore nucléique en mg. (technique de Plimmer et Scott). Coordonnées logarithmiques.

L'accroissement de ces deux constituants phosphorés se rattache à la notion de rapport nucléoplasmatique. Si l'on s'accorde en général à représenter la masse nucléaire par le phosphore nucléique, on est moins unanime sur la manière de figurer chimiquement le protoplasme. On a proposé souvent de prendre le chiffre de l'azote total. Ce dernier s'accroît dans la larve suivant une loi d'allométrie dans laquelle α est égal à 0,96 (non figuré ici). Le rapport P. nucl./Azote total décroît donc pendant la croissance de la larve. Cela est dû à la constitution de réserves protéiques. Mais l'on peut voir dans le phosphore lipidique la représentation du protoplasme véritable. Dans ce cas le rapport nucléoplasmatique serait constant. Dans des croissances plus complexes, l'usage des formules d'allométrie facilitera la recherche de ces constituants permanents des cellules et de leurs éléments de réserve. La comparaison des constantes α simplifie beaucoup cette étude.

3. G. TEISSIER : *Trav. Stat. Biol. de Roscoff*, 1931, **9**, 27.

b) *L'eau dans la chenille de Galleria*[4].

L'accroissement de l'eau dans la chenille de Galleria présente une particularité qui, dans la représentation graphique proposée, se traduit par une discontinuité très nette. Elle se place un peu après la dernière mue.

Au début de la croissance, la teneur en eau reste constante, puis lorsque les larves atteignent un poids compris entre 60 et 80 mgr, suivant les individus, une véritable crise se produit; la teneur en eau diminue, mais reste en quelque sorte indéterminée pendant quelque temps. Enfin, la teneur devient à nouveau fonction du poids jusqu'à la métamorphose. Dans l'équation représentative α et b passent respectivement de 1 à 0,96 et de 0,74 à 0,66 (unité en centigramme). L'existence de cette sorte de crise a été reconnue aussi pour d'autres constituants. Il semble que cet accident dans la transformation chimique de la chenille doive nécessairement précéder la métamorphose.

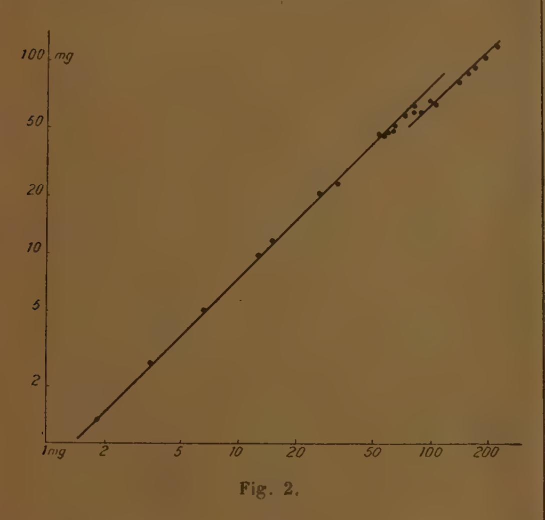


Fig. 2.

c) *Etude chimique du développement embryonnaire du poulet*[5].

Ce développement embryonnaire a déjà été très étudié au point de vue chimique par de nombreux auteurs. Sur la figure ci-dessous on voit que la courbe représentative de chaque constituant présente un ou deux points anguleux, correspondant à des mêmes poids de l'embryon, soit 1 gr. 5 et 12 gr. Ces accidents correspondent à des changements importants dans le métabolisme de l'embryon. Mais le fait le plus remarquable est sans doute que l'étude morphologique manifeste ces mêmes stades critiques. La formule d'allométrie a fait ici œuvre de coordination.

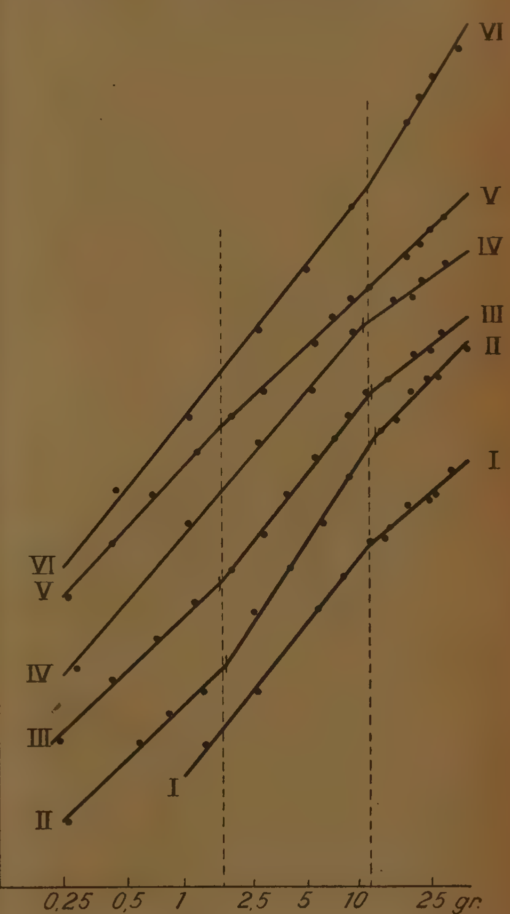


Fig. 3. — En abscisses, poids frais de l'embryon de poulet, en mg. En ordonnées, poids en mg. de I, l'azote purique d'après Le Breton et Schaeffer). II. L'azote total (d'après Le Breton et Schaeffer). III. Azote non protéique (Needham). IV. Phosphore lipoïdique. V. L'eau. VI. Graisses totales (ces trois derniers, d'après Cahn et Bonot). Coordonnées logagarihmiques.

d) *Variation de la teneur en eau avec l'âge chez différents animaux*[6].

On sait d'une manière très générale que la teneur en eau diminue au cours de la croissance des animaux. La représentation graphique proposée a permis à Needham[6] de reconnaître que le poids sec s'accroît en fonction du poids frais suivant une loi d'allométrie simple, et que le para-

4. G. Teissier : Référence précédente.
5. G. Teissier : *Ann. de Physiol. et de Physico-Biol.*, 1934, **10**, 359.

6. J. Needham : *Biological Reviews*, 1934, **9**, 79.

mètre α varie peu (de 1,21 à 1,25) pour des animaux très divers. Cela évoque l'idée d'une similitude biochimique entre ces animaux, qui se conserverait pendant leur croissance. Needham a d'ailleurs étendu sa remarque à d'autres constituants. La conséquence de ces observations est importante : avec elles la biochimie comparée est

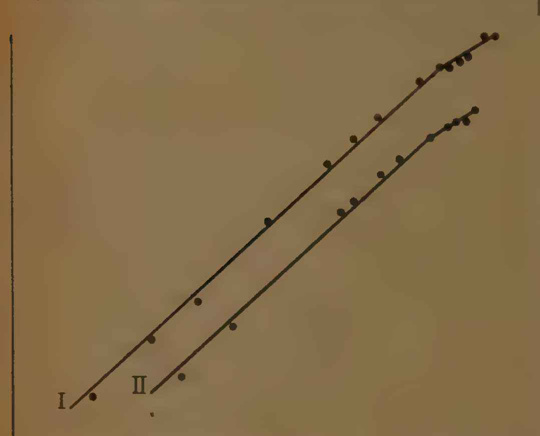


Fig. 4. — L'eau dans les grains d'orge. — En abscisses poids frais d'un grain en mg., en ordonnées poids de l'eau d'un grain. — I : condition normales (2 irrigations) ; — II : en sécheresse (sans irrigation). Coordonnées logarithmiques (d'après Harlan et Anthony).

entrée dans une phase quantitative, qui paraît devoir être féconde.

e) *Variations de l'eau dans les grains d'orge*[7].

On sait que pendant la maturation du grain sa teneur en eau diminue constamment. Mais le graphique ci-dessus nous apporte à ce sujet deux renseignements nouveaux. D'une part, bien que la teneur en eau soit constamment plus faible dans le cas II (sans irrigation), la constante α est la même pour I et II. D'autre part, les deux courbes représentatives présentent un point anguleux (α passe de 0,92 à 0,61 ou 0,51). Cet accident semble correspondre au début de la migration de l'amidon de la tige vers le grain.

7. P. MEUNIER : *Bull. Soc. Ch. Biol.*, 1936, **18**, 637.

D) Conclusions.

Par les exemples précédents nous espérons avoir montré l'intérêt de l'emploi de la formule d'allométrie dans l'étude chimique de la croissance. Et sans doute le biochimiste tirera encore de nombreux profits de cet auxiliaire de la recherche analytique. Il n'est pas question de métamorphoser les biochimistes en algébristes. Loin de là. La formule proposée, nous l'avons rappelé plus haut, est un outil très docile, qui s'accommode très bien de l'approximation de toute mesure biologique. Le bagage mathématique qu'elle exige, la notion de logarithme, est bien modeste. Le papier logarithmique ou la règle à calcul suffit à sa mise en œuvre. D'un autre côté elle ne repose sur aucune hypothèse physico-chimique prématurée relative aux équilibres cellulaires; un telle base ne saurait qu'être fragile. Plus simplement elle apporte un peu d'ordre et de clarté dans les nombreuses mesures que les chimistes effectuent sur des organismes en voie de croissance. Mais parfois aussi elle fournit dans cette étude des renseignements nouveaux. N'est-ce pas déjà suffisant ?

Paul Meunier,
Docteur ès Sciences,
Assistant de Chimie biologique à la Faculté
des Sciences de Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques et chimiques.

Fleury (Pierre). — **Leçons de Métrologie.** *Vol. II.* Mesures géométriques. Longueurs. Micrométrie Angles. Surfaces. Volumes. Compteurs de fluide. — *1 vol. in-8° des* Actualités Scientifiques et Industrielles *de 110 pages. Hermann et Cie. Paris,* 1935. (*Prix : 20 fr.*)

Nous avons signalé antérieurement le fascicule I des « Leçons de Métrologie » que publie M. Pierre Fleury, et souligné l'intérêt de ces Leçons aussi bien pour les techniciens que pour les physiciens de laboratoire, car la mesure précise des grandeurs prend une importance sans cesse plus grande dans la science pure et dans l'industrie. Le fascicule II qui paraît aujourd'hui est consacré à la mesure des grandeurs caractérisant les dimensions, la forme ou la position des corps : longueurs, angles, surfaces, volumes.

La détermination des longueurs présente un intérêt essentiel pour un grand nombre de techniques et elle intervient d'ailleurs dans presque toutes les autres mesures. L'auteur examine d'abord les principales méthodes de mesure, puis les étalons, jauges et calibres utilisés, les précautions à prendre pour obtenir dans chaque cas la précision désirable; il étudie enfin les instruments de comparaison et les dispositifs adaptés à la mesure précise des très petites longueurs. Les autres chapitres du volume sont consacrés à la géométrie, à la mesure des aires et à celle des volumes; dans chaque cas, après avoir exposé brièvement les principes utilisés dans les diverses méthodes, l'auteur donne des indications très nettes sur la mise en œuvre de ces méthodes en insistant sur leur degré de précision.

Comme le premier, le présent fascicule a sa place indiquée dans tous les laboratoires, scientifiques ou industriels, et nous le signalons tout spécialement à l'attention des étudiants des Facultés et des Ecoles techniques, qui ont le plus grand intérêt à se pénétrer des questions qu'ils trouveront exposées dans les leçons de M. Fleury avec le maximum de clarté.

A. BOUTARIC.

***

Gattefossé (R.-M.). — **Produits de beauté.** — *1 vol. gr. in-8° de* 310 *pages avec figures. Girardot et Cie, éditeurs, Paris,* 1936. (*Prix, broché : 30 fr. ; relié : 35 fr.*).

Cet ouvrage pratique, fort bien conçu, donne une idée précise de la voie nouvelle dans laquelle s'est engagée l'industrie de la parfumerie depuis quelques années. Il constitue un manuel d'une lecture facile et agréable, où l'auteur, spécialiste distingué, étudie ces nombreux produits nouveaux destinés à conserver et défendre l'aspect juvénile des femmes, entretenir leur beauté et souvent même y suppléer par des artifices dont la chimie est le facteur essentiel.

L'auteur décrit tout d'abord la préparation et les propriétés des crèmes de beauté, dont le pH doit être voisin de celui des sécrétions physiologiques normales de la peau saine : crèmes nutritives aux hormones, destinées à combattre la dégénérescence des tissus, à la cholestérine et à la lécithine, crèmes au stéarate de triéthanolamine, cette nouveauté chimique actuellement si utilisée par les spécialistes des produits de beauté, crèmes vitaminées capables de rendre sa souplesse à un visage flétri et ridé, crèmes évanescentes, adoucissantes, spongieuses ou compactes, denses ou légères, mates ou transparentes, crèmes destinées à conserver la fraîcheur et l'éclat du teint, à blanchir la peau ou à corriger sa pâleur. Le lecteur est ensuite initié à la fabrication des poudres de riz, des fards secs et des fards humides, et à celle des rouges pour lèvres, tous produits que nos laboratoires français fabriquent en abondance et avec un goût si raffiné, et qui leur valent, à travers le monde, une réputation méritée. Les chapitres suivants sont réservés à l'étude de ces nombreux produits que la femme utilise pour parfaire sa beauté corporelle et garder le plus longtemps possible ses dons naturels de grâce : produits pour bronzer la peau ou contre le hâle, savons amaigrissants, lotions contre la transpiration, produits pour les soins de la chevelure, crèmes pour le raffermissement des seins ou leur amaigrissement, poudres et solutés pour blanchir, polir ou vernir les ongles, bains de beauté, etc.

L'ouvrage de M. Gattefossé rendra d'appréciables services aux parfumeurs, cosmètes et directeurs d'Instituts de beauté. Il sera lu avec intérêt par les médecins et les pharmaciens, trop souvent enclins, à la suite d'une publicité tapageuse et exagérée, à ne voir, dans les produits de beauté, que remèdes fallacieux, inefficaces et trompeurs.

E. CATTELAIN.

***

Martineau (L.). — **Contribution à l'étude de la catalyse.** — *1 vol. in-8° de* 130 *p. ; Imprimerie Saulai, Lille,* 1936.

M. MARTINEAU, ancien Elève de l'Ecole normale supérieure et Professeur agrégé au Lycée Faidherbe, a présenté, à la Faculté des Sciences de Lille, sous forme de Thèse de Doctorat ès sciences physiques, les résultats des nombreuses et remarquables recher-

ches qu'il a poursuivies dans le domaine de la catalyse hétérogène.

Dans la *première partie* de son travail, l'auteur étudie l'oxydation catalytique de la vapeur d'alcool éthylique en aldéhyde, par l'oxygène de l'air en présence de mélanges contenant du cuivre réduit. Il a constaté que l'addition, à ce métal, d'oxydes capables de détruire l'alcool à 250-300°, renforçait considérablement son action. Il semble bien que l'aide apportée par l'alumine au cuivre relève de son aptitude à détruire l'alcool lorsque la température est plus élevée. Avant de détruire la molécule d'alcool, l'alumine, par son adsorption, la rendrait plus vulnérable à l'oxydation.

Dans la *deuxième partie* de son mémoire, M. Martineau étudie l'oxydation de la vapeur de toluène en benzaldéhyde, par l'oxygène de l'air en présence de divers catalyseurs, en particulier de sels ferriques, neutres et basiques, et de sels manganeux. Les nombreuses expériences effectuées conduisent à des résultats d'apparence complexe, puisqu'il se forme, outre les produits d'oxydation attendus (aldéhyde-acide benzoïque), des produits de destruction du toluène accompagnés, d'ailleurs, de matières pyrogénées. En réalité, toutes permettent de vérifier ce qui suit : il n'y a oxydation que lorsqu'un catalyseur d'oxydation (O^3Fe^2, OMn, Cu, Ag, ONi) est associé (par contact ou par combinaison) à un corps ou un radical capable d'amener, seul, la destruction pyrogénée du toluène (SO^3, P^2O^5, MoO^3, TuO^3, O^2Ti, CrO^3, O^3Bi^2, Ni).

La *troisième partie* contient des applications de cette théorie. C'est ainsi que la thorine, qui n'aide pas le sesquioxyde de fer pour catalyser l'oxydation du toluène, l'aide, au contraire, considérablement, pour l'oxydation de l'o-crésol en acide salicylique, ce qui semble provenir de l'affinité de cette base pour les oxhydriles. De même, la synthèse catalytique de l'anisol, par le passage de vapeurs de phénol et d'alcool méthylique sur la thorine, est grandement facilitée si l'on emploie les sels (tungstate-phosphate) de thorium, le radical acide agissant sur le noyau benzénique.

Par l'abondance et la rigueur de son expérimentation, M. Martineau apporte une importante contribution à l'étude de la catalyse hétérogène. La lecture de son mémoire intéressera tous ceux qui désirent se tenir au courant des acquisitions successives réalisées dans ce domaine.

E. Cattelain.

***

Reimann (Arnold L.). — **Thermionic Emission.** — *1 vol. in-8° de 324 p., édité chez Chapman et Hall, Londres*, **1934**, (***Prix : 21 sh.***).

Les phénomènes thermioniques ont déjà donné lieu à de nombreuses monographies dans toutes les langues. Mais la difficulté de leur étude et l'importance de leurs applications ont provoqué dans ces dernières années, un si grand nombre de recherches nouvelles que la plupart des exposés perdent une bonne part de leur valeur en un temps assez court. Aussi faut-il se féliciter de l'apparition de toute monographie nouvelle, surtout quand elle est rédigée, comme celle-ci, par un physicien particulièrement compétent. M. Reimann appartient au Laboratoire de Recherches de la General Electric Company, et il a pu profiter de toute la documentation — en partie inédite — que cet important laboratoire a accumulée. Bien que son livre ne prétende à aucune originalité et se développe suivant la ligne habituelle, il est riche en précisions nouvelles et sera certainement, pour quelque temps, le livre de référence favori des spécialistes de la question.

Les progrès récents dans le domaine thermionique sont dus principalement à deux causes : d'une part, le perfectionnement remarquable de la technique du vide depuis quelques années a permis de préciser considérablement les données numériques autrefois si incertaines, et d'éclaircir une foule de difficultés demeurées mystérieuses; d'autre part, la substitution à l'ancienne théorie cinétique des métaux des théories quantiques fondées sur les nouvelles statistiques, a fourni un guide sûr aux recherches théoriques, et rétabli dans ses grandes lignes l'accord, qui menaçait de faire défaut, entre la théorie et l'expérience. C'est en utilisant ces deux sources de progrès que l'auteur a tracé le plan de son livre.

Le long chapitre d'introduction par lequel il débute donne un résumé complet de tous les aspects essentiels de la question. Le détail des résultats expérimentaux fait l'objet des chapitres suivants (II à IV) : on étudie successivement l'émission thermionique pure par les métaux parfaitement propres; l'émission électronique par les métaux à surface contaminée (en particulier par le tungstène thorié ou césié); l'émission par les cathodes à oxyde, qui jouent dans la pratique actuelle le rôle essentiel. Les théories de l'effet thermionique font l'objet du chapitre V : la théorie quantique due à Sommerfeld et fondée sur la statistique de Fermi y joue naturellement le plus grand rôle. Enfin, le dernier chapitre traite de l'émission d'ions par les métaux ou les électrolytes chauffés; c'est là un aspect de la question qui en est encore au stade d'évolution et qui prendra peut-être, plus tard, une grosse importance pratique. Chaque chapitre est suivi d'une bibliographie assez complète de mémoires originaux se rapportant au sujet traité. On peut regretter que l'auteur n'ait donné nulle part la liste, assez abondante, des monographies qui ont précédé la sienne et lui ont servi de modèles.

L'exposé est clair et bien ordonné, riche en renseignements nouveaux et complètement débarrassé des résultats périmés, obtenus à l'époque où la technique du vide était encore insuffisante. Il faut donc le considérer comme l'ouvrage le plus utile qui existe dans ce domaine à l'heure actuelle.

Eugène Bloch.

***

Ribaud (G.). — **Mesure des températures.** — *1 vol. in-16 de 224 pages avec 83 figures. Armand Colin, Paris,* 1936. (*Prix, broché :* 10 *fr.* 50).

Il est peu de mesures qui jouent dans toutes les branches de la science et des techniques les plus diverses un rôle aussi important que celle des températures. Les méthodes dont on dispose à cet effet sont aussi nombreuses que variées et elles peuvent mettre à profit la plupart des phénomènes physiques car il en est bien peu qui ne dépendent de la température. D'où l'intérêt que présente non seulement pour les physiciens et les techniciens, mais encore pour les physico-chimistes, les chimistes et même les biologistes, l'ouvrage où M. Ribaud, dont on connaît le très bel ensemble de recherches qu'on lui doit dans ce domaine, a su condenser tout ce qu'il est essentiel de savoir sur la thermométrie, en insistant comme il convenait sur les progrès les plus récents.

Après avoir défini les diverses échelles de température et décrit le thermomètre à gaz, l'auteur étudie les thermomètres à vapeur saturante qui sont si utiles aux basses températures, les thermomètres à dilatation de liquide qui sont les plus usuels, puis les thermomètres à résistance et les couples thermo-électriques. Avant d'aborder l'exposé des méthodes thermométriques basées sur l'étude du rayonnement, l'auteur rappelle les notions essentielles concernant les propriétés optiques des corps, la loi de Kirchoff et les diverses lois du rayonnement thermique; il décrit ensuite les pyromètres à disparition de filament et les pyromètres à radiation totale. Un chapitre très intéressant est consacré aux pyromètres utilisant la dilatation des solides mis au point par M. Chevenard, aux pyromètres à écoulement de gaz, et à un certain nombre de phénomènes parfois utilisés pour la détermination des températures. En terminant, il analyse avec soin les diverses causes d'erreurs dues à la conductibilité et au rayonnement susceptibles d'intervenir dans les mesures thermométriques; il donne quelques indications sur la mesure des températures des surfaces et celle si délicate des flammes; enfin il décrit les principaux dispositifs permettant d'enregistrer les températures en fonction du temps et de suivre les variations d'un phénomène quelconque en fonction de la température.

La brève énumération qui précède montrera du moins la grande variété des questions abordées dans l'ouvrage que nous analysons. M. Ribaud a su parfaitement mettre en relief dans chaque cas les points les plus importants, insister sur les difficultés et la précision des diverses techniques, et enfin nous présenter en son état le plus actuel une branche de la physique qui se perfectionne sans cesse et évolue avec la plus grande rapidité.

A. Boutaric.

2° Sciences naturelles.

Ehrenbaum (Prof. Dr Ernst), *ex Conservateur à la Station biologique d'Helgoland et Chef de la Section biologique des Pêches à l'Institut zoologique de Hamburg.* — **Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefische Nordeuropas.** — *1 vol. in-8° de 337 p., avec 276 fig. dans le texte, 26 pl. et 2 tableaux hors texte.* **Lübbert** (H.) und **Ehrenbaum** (E.), **Handbuch der Seefischerei Nordeuropas.** *Bd. II. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandl., Stuttgart,* 1936 (*Prix hors d'Allemagne : br.,* 33 *M.; rel.,* 35,25 *M.*).

Ce livre, qui fait partie du monumental Traité de Pêche maritime de l'Europe septentrionale (10 volumes), en cours de parution, est aussi mis en vente hors collection. Il est consacré à l'étude morphologique, biologique et économique de *tous* les Poissons qui habitent les mers du nord de l'Europe, et parmi eux se trouvent un certain nombre de formes d'eau douce, descendues dans les eaux dessalées de la Baltique. L'auteur, qui a passé 50 années au service des Pêches maritimes, est un des naturalistes qui connaissent le mieux les Poissons marins; il a rassemblé une masse considérable de documents; les uns ont été puisés dans les faunes locales et les périodiques, les autres sont le fruit de ses observations personnelles, parfois inédites. Les espèces sont rangées suivant l'ordre systématique; leur nom scientifique est accompagné des noms vernaculaires usités dans les différents pays. Chacune d'elles est décrite de façon succincte mais suffisante, la diagnose étant presque toujours accompagnée d'au moins une figure, représentant l'animal entier; puis sont étudiés longuement la distribution géographique, le mode de vie (nourriture, migrations, etc.), la ponte, le développement; un paragraphe est consacré aux parasites et prédateurs; dans un autre sont consignés les renseignements concernant l'importance économique de l'animal : engins de capture, rendement de la pêche au cours des dernières années dans les différentes régions, conservation, valeur alimentaire, utilisation industrielle du Poisson. Cette documentation biologique et économique est abondamment illustrée par des figures, cartes, tableaux.

De nombreuses références bibliographiques renvoient aux récents travaux originaux. Un index alphabétique des matières facilite la consultation de l'ouvrage.

Cette monographie tout à fait au point sera consultée avec profit non seulement par les naturalistes, mais aussi par tous ceux qu'intéresse l'industrie de la pêche maritime (armateurs, commerçants, fabricants de conserves, etc.).

P. Remy.

***

Degelius (Gunnar). — **Das ozeanische Element der Strauchund Laubflechten-Flora von Skandinavien.** (L'élément océanique de la Flore lichénique.

— Lichens fruticuleux et foliacés de Scandinavie). Inaugural-Dissertation (thèse). — 1 *vol. de* 412 *pages*, 90 *fig.*, 4 *pl.* Uppsala, 1935.

Après avoir défini ce qu'il entend par « élément océanique », l'auteur étudie les différents types de répartition en Europe : euocéanique atlantique, subocéanique, euocéanique atlantique-méditerranéen-montagnard, etc... Le ch. IV (p. 36-186) comporte l'étude spéciale de 22 Lichens fruticuleux et foliacés : *Alectoria*, *Cetraria*, *Lobaria*, *Nephroma*, *Parmelia*, *Sticta*, etc. Pour chacun d'eux sont précisés : l'aire de répartition en Scandinavie, en Europe, et en dehors de l'Europe; l'écologie, la répartition altitudinale, les modes de multiplication, etc. De très nombreuses cartes, presque toutes originales, indiquent par des points les différentes localités des espèces spécialement étudiées et de nombreuses autres dont les aires sont comparées, tant Lichens que Mousses et Phanérogames (p. 187-232). La recherche des causes de distribution actuelle (p. 233-305) se heurte à de grandes difficultés et seulement certains facteurs actuels peuvent être étudiés avec précision : climatiques, édaphiques, biotiques, anthropogènes. Le facteur climatique le plus significatif est l'humidité. Les facteurs microclimatiques sont très importants. Les facteurs anthropogènes détruisent les Lichens ou les raréfient à l'intérieur de leur aire sans modifier les limites extrêmes de celle-ci. La distribution actuelle des euocéaniques ne peut être éclaircie entièrement par la considération seule des facteurs actuels : il faut penser aux facteurs historiques (glaciations, certaines côtes libres de glace ayant servi de refuge). La propagation par les diaspores est étudiée p. 235-239. L'ouvrage se termine par une liste complète des localités scandinaves connues (p. 306-370) et par une importante bibliographie.

P. Jovet,
Assistant au Muséum.

⁂

Junell (Sven). — **Zur Gynäceummorphologie und Systematik der Verbenaceen und Labiaten, nebst Bemerkungen über ihre Samenentwicklung.** (La morphologie du pistil et la systématique des Verbénacées et des Labiées, avec remarques sur le développement de leurs graines). *Symbolae Botanicae Upsalienses*, — *Gr. in-8°*, 219 *pages*, 237 *figures*, 8 *pl.* Uppsala, Lundequist, 1934.

L'auteur décrit la structure de l'ovule et son développement avant la fécondation chez un certain nombre d'espèces, les processus de la fécondation et la formation de l'albumen, avec les particularités intéressantes qui se rencontrent chez diverses plantes : il donne les nombres de chromosomes de 19 espèces de *Lippia*, *Stachytarpheta*, *Teucrium* et *Verbena* et tire de ses observations des conclusions sur les affinités des Verbénacées et Labiées entre elles et avec les familles voisines. La classification d'Engler et Prantl est à remanier sur plusieurs points, si l'on adopte ces conclusions : ainsi les *Stilboideœ* forment une famille spéciale, les *Tamonea* (*Euverbeneae*), *Tatea*, *Baillonia* (*Lantaneae*) sont à attribuer respectivement aux *Casselicae*, *Viticeae*, *Citharexyleae*, les *Monochileae* aux *Clerodendreœ*; les *Casselia* forment une sous-tribu; plusieurs groupes de Verbénacées (*Viticoideae* p. ex.) passent dans les Labiées.

J. Leandri,
Assistant au Muséum.

3° Art de l'Ingénieur.

Les Moteurs à huile lourde industriels et marins. — 1 *vol. in-4° de* 86 *pages, avec nombreuses figures. Supplément au numéro d'avril* 1936 *du* Bulletin Technique du Bureau Veritas. (*Prix, broché : 20 fr.*).

La technique des moteurs à combustion interne a subi, au cours de ces dernières années, une évolution si importante et marqué des progrès si accentués, qu'il y a un intérêt de premier ordre à faire périodiquement le point à son sujet et qu'on ne saurait trop applaudir à l'initiative prise par le *Bulletin technique* du Bureau Veritas.

Il est, en effet, très difficile d'avoir une vue d'ensemble exacte sur la question en raison de son incessante transformation et l'on pourrait presque dire que les ouvrages qui lui sont consacrés sont généralement démodés peu après leur parution.

La revue périodique échappe à cet inconvénient et, dans tous les cas analogues à celui-ci, la formule des numéros spéciaux nous paraît très heureuse.

Le sommaire comporte les articles suivants, respectivement dus à des spécialistes :

— Les moteurs Diesel pour grandes centrales;

— Conditions d'emploi du moteur Diesel dans les grandes centrales. Grandes centrales à moteurs Diesel actuellement en service;

— Le développement récent du moteur marin à huile lourde;

— Le progrès du moteur Diesel dans la marine marchande;

— Les automotrices à huile lourde;

— Les locomotives à moteur Diesel;

— Les moteurs Diesel de locomotion en 1936,

— Les progrès des moteurs d'aviation à huile lourde;

— Le développement de l'emploi du moteur à huile lourde depuis dix ans dans la navigation intérieure en France;

— Carburants pour moteurs Diesel rapides.

Cette simple énumération suffit à mettre en évidence que le moteur à combustion interne a conquis aujourd'hui droit de cité dans les domaines les plus divers. Ses progrès ont été particulièrement rapides dans la traction sur route et sur voie ferrée. On peut augurer les plus intéressants résultats de son introduction progressive en aviation.

Signalons enfin que de très nombreuses illustrations

contribuent à accroître la valeur de la nouvelle publication du Bureau Veritas.

Ph. TONGAS.

***

La Technique des industries du pétrole. — 1 *vol.* (24×32) *de* 175 *pages avec nombreuses figures. Numéro hors série des Editions* Science et Industrie. (*Prix, broché :* 25 *fr.*). *Paris* 1936.

Nous avons récemment rendu compte ici d'un ouvrage consacré à l'aspect économique de la question du pétrole.

La publication que nous présentons aujourd'hui en concerne, au contraire, le côté technique.

Dans un nombre important d'articles d'une belle tenue scientifique, elle expose conjointement les théories à l'ordre du jour et les résultats des dernières recherches de laboratoire, ainsi que les solutions apportées aux principaux problèmes industriels que posent, directement ou non, la production, le transport et l'utilisation du pétrole et de ses dérivés.

Cet ouvrage dont la présentation est très soignée et les illustrations (photographies, plans, schémas, courbes, graphiques divers) très nombreuses, est divisé en quatre parties principales :

Produits et fabrications;
Matériel;
Utilisation;
Transport et distribution.

La première partie occupe plus de la moitié de la publication. Comme elle paraît de nature à intéresser plus spécialement les lecteurs de cette Revue, nous indiquons ci-après les articles qui la composent :

— Quelques remarques sur les caractéristiques des pétroles bruts de l'Irak et leur influence sur les procédés de raffinage et l'équipement des raffineries, par M. Amblard;

— Carburants pour moteurs à haut rendement, par M. Bonnier;

— Combustibles pour moteurs à injection, par M. Bonnier;

— Conversion thermique des gaz de pétrole en essence, par MM. Keith et Ward;

— Les caractéristiques et la fabrication des huiles de graissage modernes, par M. Ballet;

— Bitumes asphaltiques fluides, par M. Linckenheyl;

— Hydrogénation des résidus de raffinerie, par MM. Masthoff et Vlugter;

— Applications de l'hydrogénation susceptibles d'intéresser l'industrie française du pétrole, par MM. Russel et Asbury.

Ph. TONGAS.

4° Divers.

Bourdon (B.). — **La Perception.** — 1 *vol. in*-8° *de* 82 *pages. Alcan, Paris,* 1934.

Ce premier fascicule du 3e volume du Nouveau traité de psychologie, publié sous la direction de Georges Dumas, est un exposé encyclopédique de toutes les questions concernant la perception, qu'on doit à la compétence indiscutable de B. Bourdon, professeur honoraire à l'Université de Rennes.

Voici son contenu sommaire :

La perception en général; les perceptions de la vue; les perceptions du toucher; les perceptions de l'ouïe; l'espace visuel, l'espace tactile et l'espace auditif; les perceptions du sens statique, les perceptions du goût, de l'odorat, de la cénesthésie et notes bibliographiques.

Le mérite de la théorie de l'auteur est, il me semble, d'avoir rompu avec les tendances trop simplistes de l'ancienne psychologie scientifique; dans ce petit traité, la moindre perception est considérée comme un complexe inépuisable de données sensorielles apportées par tous les organes de sens et unifiées par l'attention intentionnelle autant que l'intention attentive, ce qui n'est peut-être que la représentation temporelle et spatiale; ainsi la *théorie de la forme* qui considère la perception du cadre temporel et spatial comme caractéristique de toutes les autres perceptions d'une part, et d'autre part, *la théorie de l'association* qui réunit des perceptions séparées dans la perception caractéristique, ces deux théories sont coordonnées dans celle de l'auteur qui me semble autant analytique que synthétique. Notons que ce sont les deux perceptions de la verticale et de l'horizontale qui sont quasi absolument distinctes selon B. Bourdon et, cependant, je dirais ce sont celles-là qui constituent la perception générale.

G. A.

***

Brunet (Pierre) et **Mieli** (Aldo). — **Histoire des Sciences. Antiquité.** — 1 *vol. in*-8° *de la* Bibliothèque scientifique, *de* 1224 *pages, avec* 109 *fig. Payot, Paris,* 1935. *(Prix :* 200 *fr.).*

« L'histoire des sciences ou de la science, écrivent fort justement MM. Pierre Brunet et Aldo Mieli, étudie dans son ensemble et dans ses détails, le développement : des connaissances humaines sur le monde extérieur et la nature de l'homme, — des schèmes et des théories qui ont servi à coordonner, maîtriser ou expliquer, dans leur ensemble ou séparément, ces faits, — des constructions logiques conçues et imaginées par l'homme pour atteindre ce but, — et des applications pratiques de ces connaissances théoriques. Elle s'intéresse aussi aux hommes qui ont contribué à ce développement, et aux moyens intellectuels ou matériels dont ils se sont servis dans leur travail. » C'est ce vaste programme qu'ils ont, fort heureusement d'ailleurs, tenté de réaliser.

Le point de départ du présent ouvrage a été le « *Manuale di storia della scienza* » publié par M. Mieli, qui est l'un des plus éminents savants

de notre temps spécialisés dans l'histoire des sciences. Mais le texte du manuel a été considérablement remanié et élargi avec la collaboration de M. Pierre Brunet, bien connu par les pénétrantes recherches qu'il a publiées antérieurement sur Maupertuis et sur la physique newtonienne.

L'*Histoire des Sciences* de MM. Mieli et Brunet sera particulièrement bien accueillie par les lecteurs de langue française, car, bien que l'histoire des sciences ait été cultivée en France par d'éminents esprits, nous ne possédions pas jusqu'ici d'exposé synthétique embrassant l'ensemble de cette histoire et s'adressant non seulement aux spécialistes mais aussi aux philosophes, aux savants, et d'une manière générale à tous ceux, nombreux à notre époque, qui s'intéressent à l'évolution du savoir humain.

L'ouvrage a été très heureusement conçu. On y trouve non seulement l'exposé historique des faits et des théories scientifiques depuis la plus haute antiquité, mais aussi le résumé des travaux des principaux savants qui ont illustré les diverses époques, accompagné de notes biographiques indispensables sur la vie de ces savants, d'un choix de textes empruntés à leurs œuvres et d'une bibliographie faisant connaître les principales publications relatives à l'histoire des sciences.

L'ouvrage va jusque vers la moitié du VIIIe siècle, caractérisée par la défaite de la flotte arabe devant Constantinople (717), la victoire de Charles Martel à Poitiers (732), la défaite chinoise à Talas (751), dates marquant un tournant remarquable dans l'histoire du monde, tant en ce qui concerne les événements politiques que pour l'évolution de la civilisation et de la pensée scientifique. Après une introduction consacrée aux origines les plus lointaines de la science, les auteurs envisagent successivement : la science hellène, Aristote et son école, l'époque alexandrine, les débuts de la science gréco-romaine, les derniers grands savants de l'époque gréco-romaine, le déclin de la science antique.

L'ouvrage pourtant volumineux, se lit agréablement car les auteurs ont eu soin d'éviter des détails fastidieux ou trop techniques. Il constitue un excellent exemple de ce que peut fournir la culture latine qui, sans sacrifier à la rigueur de la pensée et à la précision du détail, sait dégager des vues générales et présenter une synthèse compréhensible d'un vaste ensemble. Nous sommes certains d'interpréter la pensée des lecteurs en souhaitant que la suite de l'*Histoire des Sciences* de MM. Brunet et Mieli ne se fasse point trop attendre.

A. Boutaric.

***

Westermarck (Edward), *Ph. D., Hon. (Glasgow and Aberdeen), Hon. Ph.D. (Upsal). Late* Martin White, *Professor of Sociology in the University of London.* — **The future of marriage in Western civilisation.**

Dans ce fort volume de 280 pages l'auteur a divisé son travail en onze parties.

Il passe en revue premièrement l'origine et le sens du mariage, puis traite des éléments essentiels du mariage (relations sexuelles et continuation de l'espèce.

Durant le troisième chapitre, E. Westermarck s'occupe des différentes causes de déboires conjugaux en se plaçant particulièrement au point de vue des relations sexuelles entre deux sujets mal appariés.

Cela nous amène, tout naturellement, au troisième chapitre traitant de l'adultère et de la jalousie.

L'auteur revient ensuite, on ne sait trop pourquoi, aux autres causes du malheur conjugal, après avoir consacré tout un chapitre précédent à ce sujet.

Il reprend ensuite les vieilles idées du mariage essai (trial) sans enfant, de la compagne et du compagnon, du mariage temporaire (de quelques années et non pas dans le sens que lui donnaient les Mormons), puis du concubinage et, enfin, de l'amour libre considéré comme un prélude désirable au mariage.

Avec peut-être quelque exagération dans les détails, Ed. Westermarck parle ensuite de la disparition du mariage actuel et de la *disparition* du sentiment maternel pour conclure que le mariage est nécessaire au bien-être (welfare) de l'individu et indispensable à l'ordre social.

Au sujet de la monogamie et de la polygamie — et aussi de la polyandrie — les opinions émises, sans être très nouvelles, reconnaissent les faits existants en déplorant qu'ils soient hors de la légalité.

Le divorce, ensuite, parmet à l'auteur quelques opinions hardies : l'adultère ne devrait pas être en lui-même un terrain légal (legal ground) pour divorcer.

Durant la dernière partie de son ouvrage, il est traité de la tenue sexuelle et de la moralité, homosexualité inclusivement.

Ce livre fort documenté, plein d'exemples, donne la malheureuse impression d'être uniquement un travail bibliographique ; cela semble être dû au grand nombre de citations, reproduites souvent *in extenso*, et sur lesquelles l'auteur étaie ses théories personnelles, pourtant fort séduisantes parfois.

Henry D Roux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 juin 1936 (suite).

2° Sciences physiques. — M. **B. Kwal** : *Equation de Dirac et théorie du champ électromagnétique.* — M. **A. Blondel** : *Sur un procédé radioélectrique de calcul des régimes transitoires.* L'auteur remplace une intégration graphique laborieuse par une intégration radio-électrique d'une onde porteuse sinusoïdale entretenue, modulée proportionnellement à l'admittance correspondante. A cet effet, on applique au moyen de piles photoélectriques des potentiels variables, respectivement proportionnels à l'onde porteuse et à la modulation, à la grille de commande et à la grille suppresseuse d'une lampe pentode à deux grilles, et on mesure au moyen d'un coulombmètre la quantité totale d'électricité résultant de l'intégration du courant produit. — M. **M. Pauthenier** et Mme **M. Moreau-Hanot** : *Générateur ionique donnant un million de volts.* — M. **J. Granier** : *Sur une importante cause d'erreur dans la mesure des capacités en balistique.* Dans la mesure des condensateurs de grande capacité, il faut soit tenir compte systématiquement des variations de période, soit utiliser des galvanomètres peu sensibles, à grand moment d'inertie et fortement shuntés. — M. **J. Lecomte** : *Spectres d'absorption infrarouges et modes de vibration de composés organiques.* Les nombreuses bandes d'absorption qui se trouvent dans presque tous les spectres des composés $X.CH^2.CH^2.Y$ et $X.CH^2.CH^2.CH^2Y$ pour des fréquences inférieures à 1100 $cm.^{-1}$ ne s'expliquent que si l'on admet l'existence de plusieurs formes moléculaires. — M. **J. Reboul** : *Sur l'action exercée par les métaux ordinaires sur la plaque photographique et sur l'électromètre.* L'action photographique et l'ionisation de l'atmosphère produites par la plupart des métaux amènent à supposer l'émission par ces métaux d'un rayonnement X de faible quantum. — MM. **P. Auger** et **A. Rosenberg** : *Sur les propriétés des corpuscules cosmiques du groupe pénétrant.* Après la traversée de 30 m. d'eau, le rayonnement cosmique primaire se compose d'un seul groupe de corpuscules ultra-pénétrants (groupe D) dont l'absorption dans la matière est massique. Ces corpuscules D produisent, directement ou indirectement, des effets secondaires (rayons multiples, gerbes) dans la matière traversée, en proportion de sa densité ; ces rayons secondaires ont un faible pouvoir pénétrant. — M. **Hormisdas** : *Nouveau colorimètre pour les dosages en série.* — M. **H. Hulubei** : *Recherches relatives à l'élément* 87. Les expériences de l'auteur engagent à penser que l'élément 87 se trouve dans la pollucite, en quantité d'ailleurs extrêmement faible. Il s'agirait d'un élément rare, mais non pas fugitif comme on le supposait, que l'auteur propose de nommer *moldavium.* — M. **Cl. Courty** : *Diamagnétisme des sulfocyanates et de l'ion* Cu^{+1}. Les sulfocyanates de K, NH^4, Ag, cuivreux ont bien la formule $S = C = N - X$ et leurs coefficients moléculaires d'aimantation observés et calculés sont sensiblement identiques. L'ion Cu^{+1} a donc bien la valeur fixée par Angus. — M. **M. Tiffeneau** et Mlle **B. Tchoubar** : *Différences de comportement des cis-et trans-cyclohexanediols au cours de leur déshydratation.* Dans la déshydratation catalytique des α-cyclohexanediols qui peut conduire à des cyclohexanones (déshydratation vinylique) ou à des cyclopentylformaldéhydes (transposition hydrobenzoïnique avec raccourcissement de cycle), les dérivés *cis* et *trans* présentent des différences de comportement qui sont beaucoup plus marquées pour les glycols bisecondaires que pour les secondaires-tertiaires. — MM. **A. Kirmann** et **P. Renn** : *Sur le mécanisme de la transposition allylique.* Alors que le dichloro-1. 1-propène-2 est assez stable, son analogue bromé $CH^2.CH.CHBr^2$ subit très facilement, à froid, la transposition allylique en dibromo-1. 3-propène. Le tribromure ne peut pas être un intermédiaire dans la transposition. Les faits sont au contraire compatibles avec une isomérisation directe d'après la théorie de la synionie. — M. **F. Dupré de la Tour** : *Inversion du polymorphisme dans la série des diacides saturés normaux.* Les acides saturés normaux à nombre impair de C (entre 3 et 17) se présentent sous deux variétés cristallines différentes. Pour les acides à 3, 5, 7 et 9 C, une élévation de température favorise l'apparition de la forme β ; à partir de 11 C, elle favorise l'apparition de la forme α. — M. **G. Claude** : *Sur la présence de l'or dans l'eau de mer.* Les essais de l'auteur, effectués dans des conditions voisines d'une exploitation industrielle, montrent que la quantité d'or présente dans les eaux californiennes, à 15 milles de la côte, serait inférieure à 0,1 mgr. par mètre cube.

3° Sciences naturelles. — MM. **Paul Riou** et **Joachim Delorme** : *Les indices de plomb dans les sucres d'érable et de canne.* L'indice de plomb varie, pour les sucres d'érable, entre 1,75 et 7,50. Si l'on mélange en parties égales du sucre d'érable et du sucre de canne brut, on obtient des indices de plomb variant entre les mêmes limites. Cet indice ne peut donc servir de critérium de pureté pour les sucres d'érable et leurs dérivés, étant donné qu'il ne donne aucune indication valable si le produit a été falsifié avec du sucre brut de canne. — MM. **Etiennd Foex** et **Maurice Lansade** : *Action pathogène d'une bactérie isolée de tubercules de Pommes de terre.* Dans les milieux où la Pomme de terre a subi des flétrissements auxquels le *Fusarium oxysporum* n'est pas étranger, on observe, près du stolon une pourriture humide à partir de laquelle on a pu isoler une bactérie pathogène dont l'inoculation reproduit les altérations observées. Les caractères de cette bactérie cadrent avec ceux du *Bacterium xanthochlorum* Schuster. Une étude expérimentale a montré que l'action pathogène de cette dernière souche peut s'exercer sur tubercules, sur bourgeons de tubercules, sur feuilles de Solanées, sur feuilles de Légumineuses et sur semis de Solanées. —

M. **Albert Raynaud** : *Les hétérochromosomes du Mulot.* L'étude des chromosomes du Mulot révèle l'existence du type XY, interprétation qui est confirmée par un nombre diploïde de 48 éléments, observés dans les cinèses goniales. Mais on observe de plus que ce complexe sexuel peut se présenter sous trois aspects différents. On trouve en effet, dans les plaques équatoriales de la première division, un complexe XY affectant trois formes différentes. Ces trois formes représentent les trois types de chiasma prévus par Koller et Darlington et elles se trouvent réalisées avec une fréquence à peu près égale, entraînant une première cinèse équationnelle, ou partiellement réductionnelle, la spécialisation de la première division dans le sens réductionnel n'ayant pas encore eu lieu. Le Mulot constitue donc, à ce point de vue, un type primitif dans lequel le mode de séparation des hétérochromosomes peut encore se faire suivant l'un quelconque des trois systèmes. — MM. **Robert Brunet** et **Antoine Jullien** : *Des caractéristiques architecturales du cœur chez deux Lamellibranches marins,* Ostrea edulis L. *et* Venus gallina L. On observe une systématisation très poussée des travées dans le ventricule de *Venus*, moins marquée chez *Ostrea*, des travées denses et puissantes chez la première, moins nombreuses et au tracé plus flou chez la deuxième ; enfin, la présence remarquable de piliers dans le ventricule d'*O. edulis* et l'oreillette de *V. gallina*. Chez cette espèce la position des points de convergence dans le ventricule laisse prévoir un certain décalage des régions les plus automatiques par rapport aux zones de jonction auriculo-ventriculaires. — Mlle **Marie-Louise Rocco** : *Présence de l'allantoïnase chez les Insectes.* Les Arthropodes aériens, comme les Arthropodes aquatiques, renferment l'enzyme hydrolysant l'allantoïne : l'allantoïnase. — M. **Francis Rathery, André Choay** et **Pierre de Traverse** : *Isolement d'un principe hypoglycémiant dans la muqueuse jéjunale.* On peut extraire de la muqueuse jéjunale du bœuf un produit hypoglycémiant qui se présente sous forme d'une poudre blanche soluble dans l'eau. Ce produit est de 30 à 40 unités internationales par kilogramme de pulpe. Il détermine chez le lapin normal une chute de la glycémie qui peut atteindre 75 pour 100 et déterminer des convulsions. — M. **Maurice Doladilhe** et Mlle **Marguerite Michel** : *Contribution à l'étude des propriétés alexiques de la protéine C.* Les résultats exposés montrent que la protéine C exerce une action sur le phénomène alexique. Cette action qui, suivant l'évolution de cette protéine est soit favorisante, soit empêchante, s'observe également lorsque la protéine C est tirée d'un sérum étranger ou d'un sérum homologue à celui qui constitue la source d'alexine. Ces résultats font voir en outre que la propriété du chaînon central de l'alexine accompagne la protéine, même lorsqu'elle est séparée du sérum.

Séance du 15 Juin 1936.

M. **J. Sabrazès** est élu correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. L. Fredericq, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **V. Volterra** : *Les équations des fluctuations biologiques et le calcul des variations.* L'auteur ramène les équations des fluctuations à dépendre d'un problème du calcul des variations. — M. **H. Steinhaus** : *La courbe de Peano et les fonctions indépendantes.* — M. **M. Kac** : *Quelques remarques sur les fonctions indépendantes.* — M. **R. de Misès** : *Sur l'énergie d'accélération d'un solide.* L'auteur montre qu'une formule presque identique à celle de M. Platrier pour l'énergie d'accélération d'un solide ayant un point fixe s'applique au cas du *mouvement général* d'un corps solide. — M. **P.-E. Mercier** : *Phénomènes oscillatoires dans les suspensions ; cas du monoroue.* — M. **L. Couffignal** : *Sur l'emploi de la numération binaire dans les machines à calculer et les instruments nomomécaniques.* Pour l'auteur, le système binaire apparaît comme le système de choix pour le numérotage mécanique des éléments de toute machine automatique. — M. **J. Lagrula** : *La méthode des plages pupillaires simultanées.* — M. **L. Chadenson** : *Sur un espace fonctionnel de la Mécanique quantique.*

2° Sciences physiques. — M. **H. Devaux** : *Détermination de l'épaisseur de la membrane d'albumine formée entre l'eau et la benzine et propriétés de cette membrane.* Les membranes interfaciales d'albumine sont rigoureusement monomoléculaires. Mais tandis que la membrane formée au contact de l'air possède une élasticité considérable, allant de 500 à 600 pour 100, la membrane fournie au contact de la benzine a une élasticité très faible, 5 à 6 pour 100. La vitesse de formation des membranes, très faible au contact de l'air, est grande au contact de la benzine. — M. **G. Duch** : *Sur quelques relations entre les fonctions des forces de cohésion des liquides et leur fonction chimique à la température de l'ébullition sous pression constante.* — M. **J. Serpe** : *Sur le rayonnement K du bore.* Le bore a aux températures élevées 3 électrons de conductibilité par atome ; l'énergie cinétique maximum de ces électrons est 20 ± 2v,5 et ils correspondent bien à une distribution d'électrons libres, au moins à haute température. — MM. **J. Roig** et **J. Thouvenin** : *Variation de la densité optique des plaques photographiques avec les conditions de séchage.* — Mlle **A. Tournaire** et M. **Et. Vassy** : *Influence de la longueur d'onde de la lumière sur l'évolution de l'image latente.* Pour les plaques où l'on constate une évolution de l'image latente, celle-ci est fonction de la longueur d'onde de la lumière. — M. **R. Delaplace** : *Hydrogène atomique et disparition de l'hydrogène dans les tubes à décharge.* — M. **P. Spacu** : *Sur un composé argentomercurique.* Le composé Hg $(CN)^2$. Ag NO^3. $2H^2O$ de Wöhler a un spectre de rayons X caractéristique et tout à fait différent de ceux du cyanure mercurique et du nitrate d'argent. C'est donc bien un composé défini. — MM. **Et. Canals, M. Mousseron, L. Souche** et **P. Peyrot** : *Sur le spectre Raman de quelques époxycyclopentanes substitués.* — M. **P. Brauman** : *Sur un type nouveau de vanadylsalicylate.* En faisant agir Li^2CO^3 sur une solution de chlorure de vanadyle hydraté et de salicylate de méthyle, éthyle ou phényle, on obtient, à côté des cristaux bleus déjà connus, des cristaux verts de composés d'un nouveau type CH^3O (VO) O (VO) $OC^6H^4CO^2R$. 3 CH^3OH. — M. **P. Couturier** : *Action des dérivés organomagnésiens mixtes sur les N-diéthylamides aromati-*

ques à fonction phénol. Elle donne lieu à la production de cétones, dont le rendement croit avec la température de la réaction. Si l'on alcoyle la fonction phénol, on obtient à côté de la cétone une base tertiaire en quantité notable. — M. **R. Truchet** : *Sur le chloroforme lourd* $CDCl^3$. Il a été préparé par action de l'eau lourde à 99 % sur une suspension de chaux vive dans du chloral anhydre. D'après l'étude du spectre Raman, le produit obtenu contient une faible proportion de $CHCl^3$. — M. **G. Denigès** : *Formation constante de dérivés carbonylés (aldéhydes et acétones) de même condensation dans la décomposition explosive des esters nitriques.* Dans tous les cas il se forme, en même temps que des vapeurs rutilantes, l'aldéhyde ou l'acétone de même condensation que ces nitrates organiques, d'après l'équation : $2\,(X.CH^2.ONO^2) = 2\,(X.CHO) + NO^2 + NO + H^2O$, ou $2\,(R.CHX.ONO^2) = 2\,(R.CO.X) + NO^2 + NO + H^2O$.

3° Sciences naturelles. — M. **V. Aganoff** : *Les sols-types de la Tunisie.* Malgré ses irrégularités capricieuses le climat tunisien joue un grand rôle dans la répartition des sols-types. Le facteur pédologique climatique le plus actif et le plus répandu en Tunisie est le vent, qui enrichit les sols en poussière calcaire ; il en résulte une tendance à l'affaiblissement des différences morphologiques et chimiques des divers types de sols ; l'influence de ce facteur croît du Nord au Sud. — M. **Jean Marçais** : *La constitution géologique de la région au Nord de Taza et de Guercif (Maroc oriental).* — M. **Maurice Roques** : *Sur la série cristallophylienne du massif de Lespinouse, aux environs de Lacaune.* La coupe de la bordure nord du massif de Lespinousse montre une série métamorphique parfaitement continue allant du gneiss d'anatexie du type profond jusqu'à des schistes sériciteux. On n'y rencontre aucune discontinuité d'ordre stratigraphique, tectonique ou métamorphique, permettant d'y faire une coupure entre le Cambrien et son substratum cristallophyllien. Le métamorphisme général affecte en effet les calcaires de Lacaune, d'âge géorgien, et les schistes acadiens et posdamiens qui leur sont superposés. — M. **Waclaw Moycho** : *L'indépendance de la production des protéases et du développement de la cellule chez* Bacterium prodigiosum. Chez *B. prodigiosum*, les milieux alcalins favorisent mieux le développement que les milieux acides ; par contre la force protéolytique devient de plus en plus puissante à mesure que le milieu s'acidifie. D'autre part, les phosphates favorisent le développement de la culture et diminuent au contraire la faculté protéolytique. Le développement de la bactérie et la production des protéases apparaissent donc, chez *B. prodigiosum*, indépendants l'un de l'autre. — M. **René Souèges** : *Embryogénie des Campanulacées. Développement de l'embryon chez le* Campanula patula *L.* Les caractères nouveaux qui se dégagent de l'embryogénie du *Campanula patula*, résident dans les fonctions d'une certaine cellule de la tétrade proembryonnaire, qui engendre à la fois la partie hypocotylée, les initiales de l'écorce de la racine, la coiffe et quelques cellules du suspenseur. Etant donné que les premières formes proembryonnaires sont filamenteuses comme chez les Solanacées, qu'elles s'édifient de la même manière, l'embryon de *C. patula* doit être primitivement rattaché à celui des Solanacées. Mais il s'apparente aussi, secondairement toutefois, à celui des Composées. — Mlle **Marie-Louise Verrier** : *Pourpre et cellules visuelles de la fovea des oiseaux nocturnes et des autres vertébrés.* Les divers modes de sensibilité de la fovea, comparés à ceux des régions rétiniennes extrafovéales ne relèvent pas de la forme des cellules visuelles et de la répartition du pourpre. D'autres dispositions anatomiques peuvent intervenir, telles que la répartition de la mélanine et du pigment jaune maculaire — M. **Paul Chabanaud** : *La fenêtre interbranchiale des Téléostéens dyssymétriques.* Spéciale aux *Pleuronectoidea*, la fenêtre interbranchiale n'existe que dans les genres *Pleuronectiformes* et *Soléiformes*. Dans le premier groupe cette fenêtre est antérieure à l'aorte ventrale, ainsi qu'aux muscles dépresseurs, elle est dite *proaortique*. Dans le second au contraire, la fenêtre s'ouvre entre l'aorte ventrale et le péricarde ; elle est dite *opisthaortique*. L'hétérogénéité de la fenêtre interbranchiale des *Pleuronectoidea* ajoute un nouveau caractère distinctif entre *Pleuronectiformes* et *Soleiformes*. Pareille différence est en opposition irréductible avec la thèse de la filiation des *Soléiformes* à partir des *Pleuronectiformes*. — M. **Vito Volterra** : *Les équations des fluctuations biologiques et le calcul des variations.* — M. **Georges Brooks** : *Recherches sur la fluorescence de la peau de Grenouille* (Rana esculenta) *L.*). *Etude des matières minérales.* La substance minérale fluorescente de la peau de Grenouille est constituée par un mélange complexe de sels minéraux contenant du Mn et du Zn. Peut-être les constituants de ce mélange se trouvent-ils dans la peau à l'état de particules colloïdales, en connexion avec la molécule protéique qui augmenterait la luminosité du système. — MM. **Constantin Levaditi** et **Perez Haber** : *Affinité du virus de la peste aviaire pour les cellules néoplasiques* (épithelioma) *de la Souris.* Le virus de la peste aviaire, pathogène pour la souris, inoculé par voie intra-péritonéale ou par voie intra-tumorale, à des souris porteuses de néoplasmes épithéliomateux, se localise et pullule dans les cellules néoplasiques, dont il détermine une nécrobiose massive, précédée par des altérations de la chromatine nucléaire. De telles tumeurs se révèlent virulentes par inoculation coelomique ou par greffe sous-cutanée.

Séance du 22 Juin 1936.

M. **R. Esnault-Pelterie** est élu membre de la Division des Applications de la science à l'industrie, en remplacement de M. Jean Rey, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **V. Volterra** : *Les équations canoniques des fluctuations biologiques.* En considérant $\mathcal{L}$ comme une énergie de population *actuelle* et $\mathfrak{M}$ comme une énergie de population *potentielle*, l'auteur démontre qu'elles se transforment l'une dans l'autre, leur somme se conservant constante. Cette proposition est analogue au théorème des forces vives en mécanique. — MM. **W. Doeblin** et **P. Lévy** : *Sur les sommes de variables aléatoires indépendantes à dispersions bornées inférieurement.* — M. **B. Hostinsky** : *Sur les mouvements qui dépendent du hasard.* — MM. **O. Onicescu** et **G. Mihoc** : *Sur les chaînes statistiques.*

— M. **Ch. Ehresmann** : *Sur la notion d'espace complet en géométrie différentielle.* — M. **D. Wolkowitsch** : *Sur une famille de surfaces du quatrième ordre.* — M. **V. Lalan** : *Sur deux groupes de transformation définis par des géodésiques.* — M. **A. Rauch** : *Sur les algébroïdes entières.* — M. **H. Poncin** : *Sur la recherche des conditions de stabilité d'une surface limite de cavitation.* — MM. **L. Escande** et **G. Sabathe** : *Expériences sur les piles de ponts ou de barrages mobiles à profil aérodynamique.* Les piles à profil aérodynamique présentent un avantage net dans le cas de ponts ou de barrages mobiles, au double point de vue des pertes de charge et des affouillements. — M. **E. Esclangon** : *Observations de l'éclipse de Soleil du 19 juin 1936. Observations de la Nova Cephei et de la comète Peltier.* — M. **Ch. Bertaud** : *Sur le courant du Scorpion Centaure.* Il existe bien un courant dans cette région, entre 9 heures et 17 heures, et ce courant est voisin du mouvement parallactique, c'est-à-dire qu'il est constitué par des étoiles ayant un faible mouvement absolu. La vitesse calculée avec 66 vitesses radiales corrigées du terme K est $V = 18,4 \pm 1,6$ km/sec.

2° Sciences physiques. — M. **R. Mérigoux** : *Mouvement des surfaces liquides contaminées.* Quand on agite un liquide pur dans un flacon soigneusement nettoyé, où le liquide mouille la paroi, et qu'on l'abandonne au repos, une partie du liquide ruisselle contre la paroi ; si le liquide contient une trace d'un corps susceptible d'abaisser la tension superficielle, un anneau se détache de la surface liquide inférieure et s'élève le long de la paroi pour s'immobiliser le plus souvent à une certaine hauteur. — M. **P. Jolivet** : *Sur une cause de faiblesse de puissance des machines électrostatiques et un moyen d'y remédier.* L'emploi des gaz comprimés permet de remédier à la faiblesse de puissance des machines statiques, dont la cause est l'insuffisance de rigidité diélectrique des lames d'air à la pression atmosphérique. — MM. **A.-M. Monnier** et **J. Bazin** : *Sur un amplificateur de tension continue.* — MM. **P. Girard** et **P. Abadie** : *Interactions moléculaires et affinité chimique.* Il est possible, par l'étude de la variation du temps de relaxation d'une certaine sorte de dipôles en fonction de leur concentration dans divers diluants, de détecter l'effet de couplage entre ces divers diluants et la sorte de dipoles envisagés. Dans le couplage entre molécules hétérogènes, d'autres modalités d'énergie que l'énergie électrostatique d'interaction peuvent intervenir ; elles paraissent liées à la valence et à l'affinité chimique. — M. **L. Goldstein** : *Chocs de seconde espèce et affinité électronique.* L'auteur décrit une méthode nouvelle qui permet l'étude des molécules, à moment permanent nul, comprenant des éléments de caractère électronégatif (halogènes), du point de vue de leur affinité pour les électrons. L'expérience montre que le transfert d'énergie par chocs de seconde espèce est d'autant plus probable que l'écart des énergies des niveaux en jeu est plus faible. — M. **R. Forrer** : *Sur les électrons porteurs de la supraconduction.* Les électrons porteurs du courant de la supraconduction sont des électrons *s* des étages incomplets. Sont supraconducteurs les corps qui ne possèdent que des électrons *s* entre les étages fermés et le réseau électronique. Les éléments ou alliages qui utilisent tous les électrons de valence comme électrons réticulaires ne peuvent être supra-conducteurs. — M. **L. Capdecombe** : *Sur la substitution des surfaces dans les comparaisons de pouvoirs réflecteurs au moyen du microscope.* — M. **L. Herman** et Mme **R. Herman-Montagne** : *Coefficients d'absorption des bandes 4774, 5770 et 6290 Å de l'oxygène.* La détermination de ces coefficients permet le calcul des densités optiques de l'oxygène atmosphérique pour différentes distances zénithales. — M. **M. Roulleau** : *Sur la transmission spectrale d'émulsions photographiques développées.* — Mlle **Y. Cauchois** : *Observation et mesures de satellites* $L\alpha$ *pour les éléments* 72, 73, 75, 83, 90 *et* 92. L'auteur a observé des émissions hors diagramme pour ces divers éléments. — M. **A. Marques da Silva** : *Sur la matérialisation de l'énergie des rayons* β *du Ra C.* Les résultats de l'auteur montrent la production de positons dus à la matérialisation des rayons β et γ ayant traversé une épaiseur de 3 mm. de plomb. A masse superficielle égale le rendement pour la production de paires est du même ordre dans l'Al que dans le Pb. — MM. **A. Portevin** et **P. Bastien** : *Etude mécanique de la forgeabilité de divers types d'alliages légers et ultralégers.* Les essais par flexion, statique et dynamique, apparaissent les mieux appropriés, commodes et rapides, pour apprécier la forgeabilité des alliages légers et ultralégers ; dans le cas de métaux jugés difficilement forgeables, ces essais permettent de délimiter la zone optimum de température de travail. — M. **E. Toporescu** : *La transformation de l'urée en carbonate d'ammonium.* Par les méthodes de dialyse appliquées à l'inversion du sucre, l'auteur a obtenu également la transformation de l'urée en carbonate d'ammonium. — M. **R. Pâris** et **P. Mondain Monval** : *Sur la cristallisation du borate de zinc.* La cristallisation du borate de zinc vitreux débute avec une vitesse extrêmement faible au voisinage de 500°. Cette vitesse croît très lentement jusqu'à 600°, puis de plus en plus vite jusqu'à 820° (maximum) ; au delà, le verre cristallise de moins en moins facilement jusqu'au point de fusion des cristaux (980°). — Mlle **S. Veil** : *Périodicité de Liesegang et concentration du réactif-goutte.* Des solutions progressivement étendues depuis la solution saturée conduisent à des anneaux de moins en moins tassés. La courbe représentative de la constante de distribution des anneaux en fonction de la dilution se ramène sensiblement à une droite. — MM. **R. Zouckermann** et **R. Freymann** : *Absorption de divers alcools en haute fréquence.* Pour aucun des alcools étudiés il n'y a de bandes dans les régions indiquées par Haase et Krause. Pour une longueur d'onde donnée, lorsqu'on monte dans la série homologue, la conductivité augmente rapidement, puis tend vers une valeur constante à partir du terme en C^5. — MM. **G. Gire** et **F. Rivenq** : *Hydrolyse des solutions de sulfate de vanadium pentavalent.* — MM. **Et. Canals**, **M. Mousseron**, **L. Souche** et **P. Peyrot** : *Sur le spectre Raman de quelques époxycyclohexanes substitués.* — M. **A. Dupire** : *Contribution à l'étude des esters boriques des polyalcools.* L'auteur prépare ces esters par la méthode d'entraînement azéotropique, en utilisant comme entraîneur le toluène. —

M. M. **Patry** : *Les esters de l'acide polymétatellurique.*

3° Sciences naturelles. — **Pierre Legroux** : *Sur les relations des granitogneiss et des schistes et quartzites redressés en Afrique occidentale.* Dans la région étudiée le granite est postérieur au dépôt des schistes et quartzites. Des venues profondes ont digéré et granitisé par anatexie le massif ancien susjacent. Celui-ci devait être fort épais, et il était déjà plissé puisque cet envahissement du granite se produit sans déranger notablement les terrains qu'il atteint. Par la suite le complexe ainsi formé a subi de nouvelles pressions qui ont ajouté des effets de dynamométamorphisme fort intense au métamorphisme anatexique antérieur. Ces phénomènes, qui ont conduit à la formation de la série complète depuis le granite simplement pressé ou orienté jusqu'aux structures cataclastiques et aux mylonites véritables, ont compliqué les apparences sans masquer les faits. — M. **Marcel Gautier** : *Sur la tectonique de la région de Nemours.* — M. **Marcel Mascré** : *Action de l'acroléine sur la structure de la cellule végétale.* Les vapeurs d'acroléine peuvent être considérées comme fixant la structure de la cellule végétale, même lorsque leur action a été suffisamment intense pour provoquer la perte de turgescence et l'exolyse, sans plasmolyse. Cependant les tissus sont profondément touchés ; des modifications de structure apparaissent lorsque les tissus sont enlevés à l'action directe de l'acroléine ; elles sont d'autant plus rapides et d'autant plus marquées que cette action a été moins profonde. — M. **Robert Quetel** : *Variations de la teneur en azote chez le Muguet au cours du forçage.* L'éthérisation des bourgeons de Muguet suffit pour provoquer le déclenchement de la poussée végétative en serre chaude. Les dosages d'azote dans les hampes florales montrent que l'entrée en vie active correspond à un accroissement rapide et prononcé des deux formes d'azote (l'azote protéique, P, et l'azote soluble, S), aussi bien chez les plantes forcées que chez les témoins. Mais l'accumulation de l'azote soluble se montre plus forte chez les plantes éthérisées que chez les témoins lorsqu'ils sont parvenus au même stade de développement. Le rapport P/S subit, dès la mise en serre des plantes étherisées, une brusque diminution qui s'accentue jusqu'à la floraison. Une chute comparable de P/S se manifeste chez les témoins à partir de l'éclosion de leurs bourgeons. Lors de cette éclosion P/S a, à peu près, la même valeur chez les plantes forcées et chez les témoins. — M. **Emile Miège** : *Cultures expérimentales de la Pomme de terre au Maroc en* 1935 *en montagne et en plaine.* Les cultures de 1935 faites en mai, en plaine et montagne montrent que la productivité des tubercules plantés en altitude moyenne (1.100 m.) est supérieure à celle des tubercules plantés soit en plaine, soit à haute altitude (1.700 m.). Il y a donc un optimum altitudinal. La conservation par le froid artificiel est le seul mode qui ait permis de maintenir la vitalité des tubercules de plaine lorsqu'ils ne sont pas transférés en altitude ; mais il ne faut pas le garder au frigidaire plus que 4 ou 5 mois. La conservation prolongée en cave, en plaine, entraine toujours la destruction de certains tubercules ou une diminution de leur vitalité. — M. **Vito Volterra** : *Les équations canoniques des fluctuations biologiques.* — M. **Roger Heim** : *Sur la parenté entre Lactaires et certains Gastéromycètes.* Il existe tous les intermédiaires entre *Lactarius* terricoles, *Lactariopsis* et *Elasmomyces* lignicoles. Du point de vue systématique comme du point de vue phylétique, il y a proximité et continuité entre Lactaires épigés et Astérogastracés. — M. **Pierre Drach** : *Le cycle parcouru entre deux mues et ses principales étapes chez* Cancer Pagurus *Linné.* L'étude de *Cancer pagurus*, pris à des étapes variées de l'intermue a permis de repérer 12 stades d'intermue, dont 6 sont compris dans la période où la carapace est dure. Pour chaque stade sont déterminés les éléments suivants : eau totale, quantité de liquide cavitaire, poids relatifs de l'hépatopancréas et du squelette tégumentaire, ainsi que leur teneur en eau et en substances minérales. — M. **Gabriel Guignon** : *Etude de la circulation sanguine des ailes chez les Coléoptères et les Orthoptères au moyen de la nicotine.* La nicotine ne déclenche une crise convulsivante que si l'aile sur laquelle elle est appliquée est du type de celle des Lépidoptères, c'est-à-dire si sa structure est telle que le sang puisse y quitter momentanément les espaces péritrachéens pour se répandre entre les deux membranes alaires, dans les espaces internervulaires. C'est ainsi que la nicotinisation par les ailes est toujours sans effet chez les Coléoptères et les imagos des Orthoptères, mais qu'elle détermine, chez les larves d'Orthoptères des convulsions analogues à celles observées chez les Lépidoptères. — M. **Raoul-Michel May** et Mlle **Alice Frank** : *Le remplacement de la patte antérieure par un bulbe greffé, chez l'embryon de l'Anoure* Discoglossus, *et ses rapports avec la loi de la symétrie bilatérale.* Le bulbe d'un embryon de *D. glossus* a été greffé dans la région de l'ébauche d'une patte postérieure d'un second embryon. La transplantation du bulbe n'inhibe pas sa capacité neurogénique ; la neurogenèse du bulbe implanté se fait dans des conditions peu éloignées des conditions *in situ* normales mais c'est le nouveau milieu qui détermine la voie que suivront les nerfs ainsi émis. D'autre part, l'absence dans le développement, d'une région périphérique aussi importante qu'une patte antérieure entraine une forte asymétrie d'innervation, laquelle entraine à son our une asymétrie des neurones centraux. La « loi de la symétrie bilatérale des neurones » de l'auteur se trouve donc, dans ce cas, encore une fois justifiée.

Séance du 29 juin 1936.

M. **Albert Maige** est élu Correspondant pour la Section de Botanique, en remplacement de M. H. Jumelle, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **V. Volterra** : *Sur l'intégration des équations des fluctuations biologiques.* — M. **Cl. Chabauty** : *Sur certaines équations diophantiques ternaires.* — M. **Farid Boulad Bey** : *Sur les formes générales des équations d'ordre nomographique 5 et 6 représentables par des nomogrammes coniques.* — M. **S. Bucheguennce** : *Sur la déformation des surfaces de Bianchi.* — M. **G. Giraud** : *Sur une classe générale d'équations à intégrales principales.* — M. **Al. Ghika** : *Sur l'interpolation des fonctions analytiques.* — M. **Em. Merlin** : *Sur la nature des trajectoires de*

certains fluides parfaits hétérogènes. — M. **H. Mineur** : *Sur la rotation galactique des amas globulaires.* Les amas globulaires présentent une rotation d'ensemble rétrograde atteignant environ 330 km. sec $^{-1}$, au voisinage du Soleil, maximum dans le plan galactique à 15.000 parsecs du centre et s'annulant à environ 25.000 parsecs du centre dans le plan galactique. Cette vitesse décroit en valeur absolue quand on s'éloigne du plan galactique et s'annule à environ 10.000 parsecs de ce plan.

2° Sciences physiques. — M. **J.-J. Trillat** et Mlle **R. Vaillé** : *Une méthode de mesure de l'adsorption des huiles par les surfaces métalliques.* Les auteurs montrent que les mesures de tension interfaciale huile-eau en présence de surfaces métalliques peuvent servir à déterminer l'adsorption de l'huile par le métal, qui règle tous les problèmes de graissage onctueux. — M. **P. Cibié** : *Méthode de contrôle en laboratoire des projecteurs de lumière des automobiles.* — M. **A. Hautot** : *Sur le rayonnement K du bore cristallisé.* Aux températures voisines de 1800° abs. le rayonnement K du bore cristallisé se compose d'une bande continue, dont la largeur et la distribution de l'intensité correspondent sensiblement à une distribution d'électrons libres à l'intérieur du cristal. Vers 600°, le rayonnement est tout différent ; les électrons ne sont plus libres, mais liés au cristal. — MM. **J. Errera**, **P. Mollet** et Mlle **M. L. Sherrill** : *Absorptions infrarouges d'hydrocarbures liquides. Influence de la double liaison.* Il apparait pour tous les composés deux bandes très intenses à 2860 et 2930 cm^{-1}, correspondant à la vibration C-H, et une bande à 3090 cm^{-1} dans les composés portant le groupe $C=H^2$. — MM. **H. Bizette** et **B. Tsaï** : *Variation thermique de la biréfringence magnétique de l'acide azotique NO et de l'oxygène comprimé.* La biréfrigence magnétique de NO ne présente aucune variation sensible de la température. Celle de l'O croît suivant une loi intermédiaire entre l'inverse du carré et l'inverse du cube de la température absolue. — Mlle **M. Gex** : *Sur les variations spectrales ultraviolettes du phénol en fonction du pH.* De pH 1 à pH 7, la molécule de phénol apparait sous une forme A, qui pourrait être une forme hémiquinone : de pH 7 à pH 9, sous une forme B la transformant en phénol salifiable ; enfin au delà de pH 9 apparait la forme C de phénol salifié. Avec la modification trouvée par Molnar aux pH très bas, cela fait quatre états successifs de la molécule du phénol dans l'échelle des pH. — M. **F. Hammel** : *Sur l'analogie des sulfates monohydratés de la série magnésienne.* Les monohydrates des sulfates de Mn, Fe, Co, Ni, Cu et Zn ont été obtenus sous forme pulvérulente par chauffage d'hydrates plus riches dans un courant d'air, soit par déshydratation à la température ordinaire en présence de P^2O^5. Les spectres de rayons X de ces poudres se ressemblent tous et ressemblent à celui de la kiesérite. — M. **F. Bourion** et Mlle **O. Hun** : *Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions de l'acide chlorhydrique.* L'hydrate correspondant aux solutions 0,5 M est Cl H. 14,5 H^2O, très voisin de celui qu'a déterminé Schreiner dans les solutions 1,0 M. — Mlle **C. Stora** : *Sur le mécanisme de l'effet Becquerel des molécules organiques.* L'effet Becquerel traduit électrométriquement la variation de l'équilibre d'oxydoréduction de la substance photosensible fixée sur l'électrode, variation consécutive à une réaction photochimique entre la substance photosensible et le solvant. — MM. **T. Negresco** et **W.-J. Crook** : *Sur les relations d'équilibre des oxydes de fer dans les scories des fours d'affinage.* Les auteurs donnent 4 équations permettant de calculer, pour chaque scorie, la répartition du fer total entre les deux oxydes FeO et Fe^2O^3, connaissant deux des teneurs de la scorie en silice, Fe total, Fe O et Fe^2O^3. — Mlle **J. Boulanger** : *Sur les systèmes oxalate de zirconyle, oxalates alcalins et eau.* L'auteur a obtenu par divers moyens des oxalates doubles hydratés de Zr et de Cs, Rb et K. — MM. **P. Carré** et **L. Peigné** : *Sur les mobilités relatives des radicaux alcoyles normaux dans leurs chlorothioformiates.* Les auteurs apportent quelques vérifications nouvelles des prévisions basées sur la règle de l'écart électronique. — M. **H. Wahl** : *Sur la chloruration du parachlorotoluène.* La chloruration du *p*-chlorotoluène fournit un mélange renfermant sensiblement 58 % de dichlorotoluène-2.4 et 42 % de dichloro-3.4. Cette composition varie peu entre 20° et 40° et elle n'est pas affectée par la nature du catalyseur. A 100°, le chlore se porte sur la chaîne latérale, mais la présence de Pb Cl^2 oriente Cl vers le noyau.

3° Sciences naturelles. — M. **Pierre Legroux** : *Sur l'origine de l'or des confins Guinéo-Soudanais.* Il paraît logique de chercher dans le granite l'origine des filons et filonnets de quartz qui ont apporté l'or. Dans la région schisteuse ce granite n'affleure qu'exceptionnellement. Mais il est sans aucun doute partout présent en profondeur. Son mode de mise en place par anatexie ne permet pas de supposer qu'il n'existe pas là où il ne se voit pas. Il est tout naturel de penser qu'il a émis les filons de quartz de la région. — MM. **Louis Doncieux**, **Louis Dubertret** et **Henri Vautrin** : *L'oligocène et le Burdigalien du désert de Syrie.* Dans le désert syrien, l'Oligocène et le Burdigalien se présentent sous des faciès crayeux à Lépidocyclines, déposés dans des conditions similaires, et, de ce fait, il est difficile de les discerner : l'Oligocène est caractérisé par des Nummulites ; les Burdigaliens, par une faune d'Echinides, identique à celle du Burdigalien de Malte. L'Oligocène peut cependant se reconnaître sur de grandes étendues, tandis que le Burdigalien semble limité aux régions du Djebel Bichri ou de l'Euphrate. La série Éocène supérieur-Oligocène-Burdigalien groupe un ensemble homogène de sédiments, correspondant à une même transgression et contrastant avec ceux des séries antérieure et postérieure. — M. **Maurice Parat** : *Sur l'Oxfordien et le Kimmeridgien de Milne Land (Groënland oriental).*

(*A suivre.*)

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.—11-36.